50
Э40

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

М.С. Тонкопий
Н.П. Ишкулова
Н.М. Анисимова
Г.С. Сатбаева

ЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Алматы, 2011

50
Э40

Министерство образования и науки
Республики Казахстан

М.С. Тонкопий
Н.П. Ишкулова
Н.М. Анисимова
Г.С. Сатбаева

ЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

УЧЕБНИК

Утверждено Министерством образования
и науки Республики Казахстан

ЭКОНОМИКА
БАСПАСЫ

Алматы
2011

504(075.8)

УДК 547 (075)
ББК 20.1я7
Э 40

Утверждено Министерством образования и науки Республики Казахстан

Рецензенты:

Упушев Е.М. – д.э.н., профессор кафедры «Экономики природопользования и охраны окружающей среды» КазЭУ им. Т. Рыскулова;

Гумарова Т.А. – зав. лаборатории экономики и природопользования ДГП «Казмеханобр»;

Абдрешов С.Н. – к.б.н., доцент.

Э 40 **Экология и устойчивое развитие**
М.С. Тонкопий, Н.П. Ишкулова, Н.М. Анисимова, Г.С. Сатбаева.
Учебник. – Алматы: Экономика, 2011. – 378 с.

ISBN 978–601–225–318–4

В учебнике рассматриваются теоретические основы экологии и устойчивого развития в свете современных знаний с учетом стратегии перехода Республики Казахстан на принципы устойчивого развития. Даются базовые понятия общей экологии, структуры экосистем и биосферы в целом, закономерности состояния и развития отдельных компонентов биосферы, в том числе с учетом влияния фактора интенсивной хозяйственной деятельности и загрязнения окружающей среды, раскрывается значение природного ресурсного потенциала и его структуры. В пособии дается обширный материал по объяснению понятия «устойчивое развитие», истории формирования его принципов, обоснованию очевидной необходимости реализации, принятой республикой, стратегии устойчивого развития. Приводятся показатели, характеризующие поэтапное продвижение Казахстана к достижению рубежей, обозначенных в стратегии перехода к устойчивому развитию РК.

Учебник предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся экологическим и экономическим специальностям, а также для специалистов широкого профиля и всех, кто интересуется современными проблемами экологии и перспективами развития цивилизации по пути реализации стратегии устойчивого развития.

Ө.Ғ.Қорғанбеков
атындағы ПМУ-дің
академик С.Бейсем
атындағы ғылыми
КІТАПХАНАСЫ

615874

УДК 547 (075)
ББК 20.1я7

ISBN 978–601–225–318–4

© Ассоциация высших учебных заведений Республики Казахстан, 2011.
© Тонкопий М.С., Ишкулова Н.П., Анисимова Н.М., Сатбаева Г.С., 2011.
© ТОО «Издательство «Экономика», 2011.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение экологии и современных экологических проблем должно основываться на целостном понимании чрезвычайно сложных систем и связей, существующих в биосфере, где каждое явление или событие одновременно может быть его причиной и следствием. Живая природа, в которой человек является не только биологической системой со всеми, свойственными живым системам, функциями и проявлениями жизни, но и активным пользователем природных ресурсов, представляет собой единую сеть вещественных, энергетических и информационных взаимодействий, организованных в виде замкнутых саморегулирующихся циклов. Человеческое общество на всем пути поступательного развития научно-технического прогресса внедрялось в живую природу и породило в ней стремительно разрастающуюся в последнее время техносферу, которая нарушила замкнутость природных круговоротов. В результате, возникли проблемы общепланетарного характера, суть которых можно свести к превышению пределов выносливости биосферы и заточению человека в своеобразную ловушку противоречий между его биологической сущностью и нарастающим отчуждением от природы.

Осмысление глобальных экологических проблем, порождаемых самим человеком и угрожающих не только биосфере, но и всей цивилизации, вынуждает мировое сообщество активно искать пути и методы выхода из кризисной ситуации и перехода к экологически сбалансированному развитию. На Конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992 г.) на основе обобщения анализа сложившейся в мире угрожающей всему человечеству экологической ситуации был сформулирован вывод о необходимости перехода всей современной цивилизации к стратегии устойчивого развития. Эта стратегия имеет непосредственное отношение и к Казахстану.

Цели преодоления экологического кризиса и острых противоречий в системе «человек – общество – природа» требуют перехода всего цивилизованного сообщества к становлению экологически ориентированного развития экономики и производства. В связи с этим, при подготовке молодых специалистов необходима комплексная программа обучения в направлении формирования экологического мировоззрения, включающая

не только традиционные знания общей экологии, основ охраны окружающей среды, но и причин возникновения экологических проблем, знаний стратегических направлений, выработанных мировым сообществом и выразившимся в разработке подходов и принципов стратегии устойчивого развития. Идея устойчивого развития, возникшая в результате осознания мировым сообществом ограниченности природно-ресурсного потенциала и надвигающейся глобальной экологической катастрофы, нашла отражение в директивных документах и Национальных программах многих стран, в том числе и в Казахстане. Будущим экологам и экономистам необходимо понимать суть этой стратегии, основополагающие принципы, целевые концепции, тенденции и перспективы перехода РК к устойчивому развитию. Рассмотрению этих вопросов и посвящено данное учебное пособие.

Учебное пособие состоит из двух разделов и десяти глав. В первых пяти главах первого раздела излагаются фундаментальные основы экологии как биологической науки, а также затрагиваются вопросы прикладной экологии. В шестой и седьмой главах раздела дается материал о техносфере, проблемах эксплуатации природных ресурсов и оценке техногенных воздействий на биосферу. Раскрывается сущность глобальных экологических проблем, в том числе причины их возникновения и возможные пути решения экологических проблем в Казахстане. Второй раздел посвящен рассмотрению предпосылок возникновения, тенденций и перспектив Концепции устойчивого развития, подробно рассматриваются аспекты устойчивого развития, предлагается цифровой материал по ориентирам и требованиям, заложенным в Стратегии устойчивого развития Казахстана.

В десятой главе приводится полный текст Всеобщей декларации прав человека, посвященной вопросам обеспечения безопасной и полноправной жизни всех людей планеты.

Также дается перечень основных терминов и понятий по экологии и техногенезу.

РАЗДЕЛ 1.

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Глава 1. Краткая история экологии и ее становление как науки 6

Глава 2. Общая экология 29

Глава 3. Популяции, структура и динамика 55

Глава 4. Концепция экосистемы 68

Глава 5. Биосфера как крупнейшая экосистема Земли 97

Глава 6. Техногенез и техносфера 124

Глава 7. Глобальные экологические проблемы 179

Глава 1

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЭКОЛОГИИ И ЕЕ СТАНОВЛЕНИЕ КАК НАУКИ

1.1. Экология как наука

Как самостоятельная наука экология сформировалась приблизительно к 1890 г. Следовательно, это сравнительно молодая наука. Но именно она переживает в настоящее время период быстрого роста. Экология *(греч. – дом и наука)* в буквальном смысле – наука о местообитании. Термин «экология» и определение экологии впервые дал Э. Геккель в 1866 г: «Экология изучает все связи организма с окружающим миром, к которому мы причисляем все условия существования в широком смысле этого слова».

В последующей трактовке определения науки появилось много различных аспектов, в зависимости от акцента на той или иной ее задаче. Экологию объясняли как науку, изучающую закономерности жизнедеятельности организмов в их естественной среде обитания с учетом изменений, привносимых в среду деятельностью человека. Экологию определяют и как науку о структуре и функции экологических систем и о механизмах, обеспечивающих их гомеостаз (А.С. Данилевский). В полном словаре Уэбстера экология определяется как наука, изучающая совокупность или структуру связей между организмами и средой. Экологию определяют и как науку, изучающую организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней (В.Н. Киселев). Под экологией понимается и сумма знаний, относящихся к экономике природы: изучение всей совокупности взаимоотношений живых организмов с окружающей средой как органической, так и неорганической. При всей обширности трактовки этой науки подавляющее большинство современных исследователей считает, что **экология – это наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они**

обитают. Экология изучает все сложные взаимоотношения, которые Ч. Дарвин называет «условием, порождающим борьбу за существование».

Хотя экология как самостоятельная наука оформилась сравнительно недавно, накопление экологических знаний шло с древности. Античный философ Аристотель (4 век до н.э.) одним из первых рассматривал животных в связи со средой их обитания. К такому подходу подводил весь исторический опыт жизни человека с древнейших времен. На всем протяжении периода развития человека шло накопление наблюдений, опыта и знаний, их систематизация, выявление характера влияния факторов среды на функционирование организмов, обнаружение закономерностей взаимодействия живых организмов со средой. Фундаментом для становления экологии стали биология, география и другие естественные науки.

В обобщенном виде историю развития экологии как науки можно разделить на три этапа.

I этап (XVII–XVIII в.в) – этап зарождения, когда происходило обобщение наблюдений, накапливались данные о взаимосвязи живых организмов со средой их обитания, делались первые анализ, систематизация и обобщение накопленных знаний. В этот период во многие биологические описания включаются экологические сведения (Ж. Бюффон, К. Линней, Ж. Ламарк и др.). Впервые выдвигается теория об ограниченности природных ресурсов и возможности негативного последствия воздействия человека на природу (теория Т. Мальтуса).

II этап (вторая половина XIX в. до 50-х гг. XX в.) – экология выделяется в самостоятельную отрасль знаний. Исследования Ч. Дарвина, вскрывшего основные факторы эволюции органического мира, натолкнули немецкого эколога Э. Геккеля на мысль о том, что «борьба организмов за существование» есть самостоятельная область биологии, названная им экологией. Появляются работы русских ученых, где впервые формулируется ряд принципов и понятий экологии, актуальных до настоящего времени. (К. Рулье, Н.А. Северцов, В.В. Докучаев). В 30-40 гг. XX в. (1935 г.)

А. Тенсли впервые выдвигает понятие об экосистеме, а позже В.Н. Сукачев (1944 г.) обосновывает представление о биогеоценозе, близкое к понятию экосистема. Именно в этот период крупнейший русский ученый В.И. Вернадский создает фундаментальное учение о биосфере. В начале XX в. экология окончательно оформилась как самостоятельная наука. 20-30 годы прошлого столетия называют золотым веком экологии.

III этап (50-е годы XX в до настоящего времени) – экология приобретает особое значение в связи с прогрессирующим загрязнением и резким усилением воздействия человека на природу и она превращается в комплексную науку, а также закладываются научные основы .охраны природы. По выражению Н.Ф. Реймерса экология «из строгой биологической науки превращается в значительный цикл знаний, вобрав в себя разделы географии, геологии, химии, физики, социологии, теории культуры, экономики…». Этот период связан с именами большой плеяды советских и зарубежных ученых, превративших экологию в одну из важнейших наук, во многом определяющих экономическую и политическую стратегию государств и международного сообщества в целом.

Экология, как всякая другая наука имеет два аспекта. Один – это стремление к познанию ради самого познания, и в этом плане на первое место становится поиск закономерности развития природы, а также их объяснение; другой – применение собранных знаний для решения проблем, связанных с окружающей средой. Все возрастающее значение экологии объясняется тем, что ни один из вопросов огромной практической важности в настоящее время нельзя решить без учета связей между живыми и неживыми компонентами природы.

Практический выход экологии можно видеть, прежде всего в решении вопросов природопользования; именно она должна создать научную основу эксплуатации природных ресурсов. Мы можем констатировать, что пренебрежение законами, лежащими в основе естественных природных процессов, привело к серьезному конфликту человека и природы. «Совершенно ясно, – пишет американский эколог Р. Риклефс, – что никаких

очевидных способов исправить нанесенный природе вред не существует, да и обвинение, предъявляемое человеку за его возмутительное отношение к среде, следует строить не на столь очевидных фактах, как сбрасывание в реки сточных вод, опрыскивание посевов пестицидами, ружья и гарпуны охотников, выхлопные газы автомашин, расползающиеся во все стороны природы. Человеку следует предъявить обвинение в том, что он не сумел с должным вниманием отнестись к законам, лежащим в основе экономики природы».

Западные ученые обычно различают науку экологию и науку об окружающей среде. Экология изучает три группы факторов среды, воздействующих на организмы: абиотические, биотические и антропогенные. Охрана природы рассматривает только третий фактор – воздействие человека на среду, и то не во всем совпадает с общеэкологическим подходом. Охрана природы и шире, и уже раздела экологии, который исследует влияние антропогенного фактора на природу. Уже – потому, что анализируется не любое воздействие, а лишь то, последствие которого может иметь значение для жизни человеческого общества. Шире – потому, что рассматривается влияние антропогенного фактора не только на органический мир, но и на неживую природу.

Для того чтобы внести ясность в предмет и задачи экологии как науки, охарактеризуем взаимоотношения ее с другими областями биологии. Удобно это сделать с помощью приема, использованного Ю. Одумом в его фундаментальном труде «Основы экологии» (1975 г.). Если образно представить структуру биологии в виде «слоеного пирога», то его можно «разрезать на куски» двумя способами: во-первых, делить по горизонтали – тогда получим фундаментальные науки, такие как морфология, физиология, генетика, теория эволюции, молекулярная биология, биология развития и др., изучающие основные свойства жизни и не ограничивающиеся исследованием отдельных групп организмов. Но можно разделить «пирог» и по вертикали. Тогда получим «таксономические» науки, которые занимаются изучением естественных групп живых организмов. Среди этих наук:

ботаника, зоология и микробиология. Мы можем говорить об экологии растений, экологии животных, экологии микроорганизмов, а рассматривая более частные элементы этих разделов, и об экологии птиц, рыб, насекомых и т.д.

Экология подразделяется на четыре горизонта, соответствующих различным уровням биологической организации: от индивидуума через популяцию и сообщество к экосистеме.

Тематика экологии часто пересекается с тематикой других отраслей биологии: физиологии, генетики, биофизики, теории эволюции и т.д. Это определяет формирование множества промежуточных и синтетических направлений, таких как экологическая физиология, цитоэкология, продукционно-энергетическая экология, эволюционная экология и др. Некоторые изучаемые экологией вопросы, например, установление форм внутрипопуляционных и межвидовых отношений, имеют огромное значение для понимания механизмов эволюции и для селекции. Отбор – явление экологическое, так как представляет собой процесс преобразования видов. Исследования, проводимые пограничной между экологией и физиологией области, необходимы для решения таких актуальных задач, как выяснение механизмов адаптации к разным условиям, в том числе экстремальным – холоду, сухости, снижению, гравитации и т.д.

Экология тесно переплетается и с небиологическими науками: химией, физикой, геологией, географией и др. Экологический подход к решению физико-географических и геофизических проблем, особенно наглядно проявляется в гидробиологии: изучение совокупности организмов, населяющих толщу воды и дно, ведется совместно с исследованиями различных физических факторов воды, приливно-отливных явлений, циркуляции водных масс и пр.

На стыке с геологией и палеонтологией возникла палеоэкология, восстанавливающая экологические связи вымерших видов на основании строения ископаемых форм и условий их захоронения. В результате соединения экологического подхода с принципами ландшафтоведения появилась экология ландшафта – направление, которое тесно связано с проблемами рацио-

нального использования, воспроизводства и охраны природных ресурсов. Внедрение в экологию принципов термодинамики породило продукционно-энергетическую экологию, которая исследует закономерности рассеивания потока энергии в пищевых цепях.

Привлечение данных о влияние растительных и животных организмов на кору выветривания привело к созданию В.В. Докучаевым современного почвоведения. Недаром американский ученый Ю. Одум называет В.В. Докучаева одним из основателей экологии. На базе почвоведения в синтеза с другими науками возникли такие экологические дисциплины, как почвенная микробиология, почвенная зоология и др.

Таким образом, достижения экологии служат фундаментом для решения ряда актуальных задач современности. Все больше ученых мира склоняются к мнению, что экология – одна из важнейших наук будущего. Экологические принципы постепенно пронизывают все более широкий круг проблем науки и производства. В частности, данные, полученные экологией, необходимо учитывать при решении таких проблем, как управление крупными, полностью автоматизированными объединениями или создание мощных кондиционированных систем жизнеобеспечения на предприятиях с большим числом работающих. Здесь могут быть использованы многие принципы и механизмы, действующие в природе, например, принципы обратной связи и доминантности, принципы множественного обеспечения надежности и соотношения лабильности и стабильности и т.д. Не случайно экологией в последнее время стали интересоваться специалисты в таких далеких от биологии областях, как архитектура и строительство. На сегодняшний день возникли новые научные направления – инженерная экология, экология градостроительства, видеоэкология.

Формирование новых синтетических направлений – объективный процесс, связанный с повышением роли экологии в решении ряда проблем развития современного общества.

1.2. Объекты и методы экологии

Обычно выделяют шесть уровней организации живой материи, образующих иерархию и в соответствии с этими принципами выделяют следующие объекты изучения в экологии: организменный, популяционный (популяционно-видовой), экосистемный, биосферный.

Основные свойства живых систем – структурная организация, способность к самовоспроизведению и самосборке, обмен веществ и энергии, раздражимость, поддержание постоянства внутренней среды, способность к адаптации и др. реализуются уже на клеточном уровне. Однако полнота всех естественных проявлений жизни представлена только на двух последних – экосистемных уровнях (или даже только на биосферном), так как ни одна клетка, ни один организм, ни один вид, ни одна экосистема не могут существовать без множества других клеток, организмов, видов, экосистем и создаваемых ими условий существования.

Организменный уровень. На низшей ступени иерархии объектов экологии находится *организм* (особь, индивидуум) в качестве представителя *биологического вида, который определяется как генетически, морфологически и экологически однородная группа живых существ, обособленной от других видов по этим же критериям.* Отдельные организмы – представители разных видов используются в экспериментальных сравнительно-экологических исследованиях. При этом выявляют видовые особенности поведения и физиологических реакций организма при воздействии различных факторов среды, а на основе этих данных - видовые экологические потребности организма. Например, оптимальные значения и допустимые минимумы и максимумы температуры, влажности, освещенности, концентрации веществ в среде, взаимодействий с другими организмами и т.п.

Популяционный уровень. Каждый биологический вид в природе представлен почти всегда несколькими, часто многими популяциями.

Популяция *(лат. populus – население)* – это *совокупность особей одного вида, длительно населяющих определенное пространство, имеющих общий генофонд, возможность свободно скрещиваться и в той или иной степени изолированных от других популяций этого вида.* Популяция – элементарная форма существования вида в природе. Популяции эволюционируют и являются единицами эволюции видов и видообразования. Обладая всеми признаками биологической системы, популяция, тем не менее, представляет собой совокупность организмов, как бы выделенную из природной системы, так как в природе особи одного вида всегда сожительствуют с особями других видов. Только в искусственных условиях или в специальном эксперименте можно иметь дело с «чистой» популяцией, например, культурой микроорганизмов, посевом растений, приплодом животных и т.п.

Экосистемный уровень. Основной объект экологии – *экологическая система,* или *экосистема – пространственно определенная совокупность организмов разных видов и среды их обитания, объединенных вещественно-энергетическими и информационными взаимодействиями.*

Таким образом, объектами исследований в экологии являются макросистемы: особи, популяции, биоценозы, экосистемы и биосфера как крупнейшая экосистема планеты.

Методическую основу современной экологии составляет сочетание системного подхода, натурных наблюдений, эксперимента и моделирования. В зависимости от того, что является объектом, и какова цель исследований используются разные подходы: популяционный (популяция – совокупность особей одного вида), экосистемный, эволюционный и исторический.

В экологии часто используются методы, применяемые в других науках, как в биологических (биогеохимия, анатомия, физиология, и др.), так и небиологических (физика, химия, геодезия, метеорология и др.). Но для выявления специфики экологических закономерностей существуют исключительно собственные – экологические методы. Они делятся на полевые, лабораторные, экспериментальные, количественные (математическое моделирование) методы.

Полевые методы имеют первостепенное значение. Они предполагают изучение популяций и сообществ в естественной среде (в природе) и позволяют установить воздействие на объект комплекса факторов, изучить общую картину развития и жизнедеятельности изучаемого объекта.

Экспериментальные методы отличаются от полевых тем, что организмы искусственно ставятся в условия, при которых можно дозировать размер изучаемого фактора, следовательно. можно точнее, чем при обычном наблюдении, оценить его влияние. При этом выводы, полученные в лаборатории, требуют обязательной проверки в полевых условиях.

Большое значение при проведении экологических исследований имеют *химические* и *физиологические методы,* так как они позволяют выявить роль разных компонентов экосистем, и, в первую очередь, самого главного – фитоценоза, в аккумуляции и превращении вещества и энергии. Химические методы позволяют установить особенности накопления химических элементов в растениях и в целом в сообществах, особенности круговорота питания. С помощью физиологических методов можно в полевых условиях проследить физиологические процессы (фотосинтез и транспирацию).

Так как все биосистемы обладают способностью к саморегуляции, т.е. к восстановлению экологического равновесия, а законы их развития имеют причинно-следственную связь, то в экологических исследованиях широкое распространение получили математические методы (математическая статистика, методы теории информации и кибернетики, теории чисел, дифференциальные и интегральные исчисления и др.) и на основе этих методов – моделирование. Моделирование биологических явлений, т.е. воспроизведение в искусственных системах процессов, свойственных живой природе, получило широкое распространение в современной экологии.

Экология давно уже перестала быть чисто описательной дисциплиной, сейчас в ней преобладают количественные методы - измерения, расчеты, математический анализ. Системный подход пронизывает большинство экологических исследова-

ний, так как любой объект экологии имеет системную природу. В системном подходе объединяются аналитические и синтетические приемы исследования. Разнообразие исследовательских и прикладных задач влечет за собой и разнообразие применяемых в экологии методов. Их можно объединить в несколько групп.

Методы регистрации и оценки состояния среды являются необходимой частью любого экологического исследования. К ним относятся метеорологические наблюдения; измерения температуры, прозрачности, солености воды и анализ ее химического состава; определение характеристик почвенной среды, измерения освещенности, радиационного фона, напряженности физических полей, определение химической и бактериальной загрязненности среды и т.п.

К этой же группе методов следует отнести *мониторинг* – периодическое или непрерывное слежение за состоянием экологических объектов и за качеством окружающей среды. Большое практическое значение имеет регистрация состава и количества вредных примесей в воде, воздухе, почве, растениях в зонах антропогенного загрязнения, а также исследования переноса загрязнителей в разных средах. В настоящее время техника экологического мониторинга быстро развивается, используя новейшие методы физико-химического и химического экспресс-анализа, дистанционного зондирования, телеметрии и компьютерной обработки данных. Важным средством экологического мониторинга, позволяющим в ряде случаев получить интегральную оценку качества среды, является *биоиндикация* – использование для контроля состояния среды некоторых организмов, особо чувствительных к изменениям среды и к появлению в ней вредных примесей.

Методы количественного учета организмов и методы оценки биомассы и продуктивности растений и животных лежат в основе изучения природных сообществ. Для этого применяются подсчеты особей на контрольных площадках, в объемах воды или почвы, маршрутные учеты, отлов и мечение животных, наблюдения за их перемещениями с помощью телеме-

трии и другие средства вплоть до аэрокосмической регистрации численности стад, скоплений рыбы, густоты древостоя, состояния посевов и урожайности полей. Изучение динамики численности популяций потребовало введения в экологию методов демографии. Все это необходимо для овладения управлением экосистемами, для предотвращения гибели видов и снижения биологического разнообразия и биопродуктивности экосистем. Определение биомассы и продуктивности различных сообществ организмов позволяет оценить биопродукционный потенциал отдельных территорий и акваторий, а также глобальный природный фонд органического вещества биосферы и пределы его использования.

Исследования влияния факторов среды на жизнедеятельность организмов составляют наиболее разнообразную группу методов экологии. В их число входят различные, подчас сложные и длительные наблюдения в природе. Но чаще применяются экспериментальные подходы, когда в лабораторных условиях регистрируется воздействие строго контролируемого фактора на те или иные функции растений или животных, а также анализируется применимость полученных на животных результатов к экологии человека. Этим путем устанавливаются оптимальные или граничные условия существования. В частности, так определяются критические и летальные дозы химических и других агентов, по которым рассчитывают предельно допустимые концентрации и воздействия, лежащие в основе экологического нормирования. В данном случае экология смыкается с физиологией, биохимией, токсикологией. Эколог использует применяемую в этих дисциплинах экспериментальную технику. Методы этой категории важны также при определении устойчивости экосистем и изучении адаптации – приспособления растений, животных и человека к различным условиям среды.

Методы изучения взаимоотношений между организмами во многовидовых сообществах составляют важную часть системной экологии. Здесь также важны натурные наблюдения и лабораторные исследования пищевых отношений, пищевого

поведения, опыты с переносом «меток», например, радиоактивных изотопов, с помощью которых можно определить, какое количество органического вещества и энергии переходит от одного звена пищевой цепи к другому: от растений – к травоядным животным, от травоядных – к хищникам. Особо следует упомянуть экспериментальную методику создания и исследования искусственных сообществ и экосистем, т.е. по существу лабораторное натурное моделирование взаимодействий организмов друг с другом и с окружающей средой. В ряде случаев для этих целей создают искусственные, частично замкнутые и самоподдерживающиеся многовидовые системы.

Кибернетические исследования и методы математического моделирования приобретают все большее значение в экологии. Потребность в них для целей управления и прогнозирования очень велика. Существуют близкие к реальным процессам математические модели техногенных эмиссии, распространения загрязнителей в атмосфере, самоочищения реки. Намного сложнее моделирование экологических систем. В свое время были получены обобщенные аналитические модели многих экологических процессов. Но реальные объекты экологии столь сложны, что с трудом поддаются строгому математическому описанию даже при значительном упрощении задач. Поскольку в большинстве случаев речь идет о многоуровневых нелинейных задачах с большим числом переменных, аналитические решения практически невозможны, и на первое место выдвигаются численные *методы имитационного моделирования,* основанные на применении современной вычислительной техники.

В последние годы, благодаря мощным компьютерам нового поколения и новым средствам программирования, появилась возможность количественного решения ряда сложных системных экологических задач. При этом все большее значение приобретают такие новые компьютерные методы как применение технологии нейронных сетей и аппарата теории нечетких множеств. Быстро совершенствуются приемы *глобального моделирования,* доведенные до моделей, основанных на проблемно-

6 15874

С.Торайғыров
атындағы ТМУ-дің
академик С.Бейсем
атындағы ғылыми
КІТАПХАНАСЫ

прогнозном подходе. Они позволяют рассматривать варианты сценариев и строить обоснованные прогнозы глобального развития.

Быстро развиваются и **методы прикладной экологии.** Ее важными средствами становятся:

- создание геоинформационных систем (ГИС-технологий) и банков экологической информации, относящихся к различным регионам, территориям, ландшафтам, агросистемам, промышленным центрам, городам;
- комплексный эколого-экономический анализ состояния территорий для целей экологической диагностики и оздоровления экологической обстановки;
- методы инженерно-экологических изысканий, необходимых для оптимального размещения, проектирования, строительства и реконструкции гражданских и хозяйственных объектов;
- методы экологически ориентированного проектирования хозяйственных и гражданских объектов, основанные на принципах и расчетах экологического соответствия;
- технологические методы снижения отходности, побочных эмиссии и коэффициентов вредного действия производственных комплексов, процессов, устройств и изделий;
- методы оценки влияния техногенных загрязнений и деградации окружающей среды на здоровье людей и состояние природных систем;
- методы контроля экологической регламентации хозяйственной деятельности: экологический мониторинг; экологическая аттестация и паспортизация хозяйственных объектов, территориальных природно-производственных комплексов; экологическая экспертиза; оценка ожидаемых воздействий проектируемых и строящихся объектов на окружающую среду

1.3. Что изучает экология

Забота о своем «природном доме», обеспечивающем условия существовании, несомненно, занимала уже первобытного человека. Для того, чтобы выжить, человек должен был иметь знания об окружающем его мире, о силах природы, растениях и животных, уметь ими пользоваться. Считают, что цивилизация возникла тогда, когда человек научился использовать огонь и другие средства орудия, позволяющие ему изменить среду своего обитания: согреться, приготовить пищу и т.п. Человек-собиратель присматривался, где и в каких местообитаниях встречаются скопления съедобных растений, насекомых, где ловится рыба, водятся птицы и животные.

В современном мире человек все также связан с природой.

Современная экология представляет собой одну из основных фундаментальных наук междисциплинарного характера. В настоящее время все еще нет единого и общепринятого определения понятия термина, происходящего от греческих слов «ойкос»- дом и «логос» – наука, т.е. экология значит «наука о доме».

По определению известного американского эколога Ю. Одума, которое можно считать классическим, экология –это наука о «природном доме», охватывающая изучение всех живущих в нем организмов и всех функциональных процессов, делающих этот дом пригодным для жизни.

Рождение экологии как самостоятельной науки, как уже упоминалось, относят примерно к 1900 г., хотя наиболее широко термин «экология» стал применяться в 80-х годах XX столетия. Заслуга введения этого термина принадлежит , как уже говорилось, немецкому биологу Э. Геккелю, который назвал экологией «общую науку об отношениях организмов к окружающей среде». К сфере экологии Э. Геккель относил «крайне сложные и запутанные явления, которые определяются отношениями организмов к окружающей среде.

«Золотым веком экологии» называют 20-30 годы прошлого столетия. В это время были созданы базовые теоретические

модели, характеризующие рост популяций и взаимодействие между ними.

Сегодня многие ученые считают экологию наукой об отношениях организмов или групп организмов с окружающей средой, наукой о взаимоотношениях между живыми организмами и средой их обитания; при этом человечество рассматривается как часть природы. Однако, эта слишком общая формулировка претерпела существенные дополнения и уточнения. Дискуссии при этом до сих пор продолжаются. Они касаются предмета экологии, объекта изучения, границ этой науки и ее связи с другими, близкими областями знания.

Так, Ю. Одум предлагает краткое и наименее специальное определение, а именно: экология – это «биология окружающей среды» (environmental biology). Действительно, экология наиболее близка к биологии. Она возникла как самостоятельный раздел биологии, ориентированный на окружающую среду. В результате появились такие научные дисциплины, как экология животных, экология растений, экологическая систематика, экологическая морфология, экологическая физиология, экологическая биохимия и другие науки. Однако против термина environmental biology есть определенные возражения: он не имеет четких границ и охватывает все стороны существования и развития биосферы.

Точка зрения на экологию как раздел биологии поддерживается многими учеными и исследователями. Так, В. Д. Федоров и Т.Г. Гильманов считают, что «экология относится к числу фундаментальных подразделений биологии, исследующей фундаментальные свойства жизни надорганизменного уровня; она изучает совокупность живых организмов, взаимодействующих друг с другом и образующих с окружающей средой обитания некое единство (т.е. систему) в пределах которого осуществляется процесс трансформации энергии и органического вещества». И далее: «Экология изучает популяции и их совокупности ... вследствие чего следует ограничить сферу этой науки популяционным и биоценотическим уровнями ...более высокие уровни организации, связанные с изучением ландшафтов, био-

мов и биосферы, являются ведомством биологии лишь отчасти и не могут рассматриваться в отрыве от географических дисциплин». Таким образом, предмет экологии в этом определении сводится в основном к популяционной биологии, или экологии популяций.

Фундаментальные проблемы экологии как биологической науки рассматриваются и в учебниках по экологии, изданных позднее.

Постепенно происходит «экологизация» многих сфер человеческой деятельности. Экологический подход завоевывает все новые позиции, и понятие экологии существенно расширилось. Это привело к размыванию понятия» экология» и даже утрате предмета исследования, потере четких границ с другими науками.

По-видимому, наряду со специальными разделами экологии целесообразно выделить *общую экологию как учение об экосистемах, общих закономерностях их структуры, функционирования и эволюции.* Теоретическую основу общей экологии составляют концепции биотического сообщества, пищевых цепей, круговорота веществ и энергии в экосистемах, популяционной экологии, разработанные Ф. Клементсом, В. Шелфордом, Р. Линдеманом, Дж. Хатчинсоном, Р. Перлом, а также отечественными учеными и исследователями. Кроме широко известного имени ученого и исследователя академика В.И. Вернадского, в историю экологии вошли имена руских ученых – Г.Ф. Морозова, В.В. Докучаева, Н.И. Калабухова, В.В. Алпатова, В.Н. Сукачева, В.Н. Беклемишева и многих других. В основе их трудов лежат представления о том, что круговорот веществ в пределах экосистемы или группы связанных друг с другом экосистем (ландшафта) является итогом многообразным пищевых (трофических) связей между растениями, животными, микроорганизмами, складывающихся на основе общих энергетических ресурсов – солнечного света, тепла, влаги, минеральных и органических веществ.

К концу XX в. сложилось мнение, что экология как наука становится междисциплинарной и стоит на стыке биологиче-

ских, геолого-географических, технических и социально-экономических наук. Первоначальные, классические представления об экологии теперь часто уходят на второй план и вытесняются экологическими проблемами сегодняшнего дня.

С конца шестидесятых годов развернулось движение, которое Ю. Одум назвал «всеобщей озабоченностью проблемами окружающей среды». С этого времени мировая общественность ставит в центр внимания человечества проблемы, связанные с истощением природных ресурсов, демографической и продовольственной проблемами, загрязнением окружающей среды, угрожающем здоровью людей и существованию природных экосистем, уменьшением биологического разнообразия. Уже говорят не столько о прикладной экологии, противопоставляя ее общей, сколько *о глобальной экологии, рассматривающей экологические процессы и современные тенденции развития биосферы на глобальном уровне, взаимосвязи с экономикой стран, имеющих различное социальное устройство и различный уровень индустриального развития.* Возникли новые термины, такие как экологическая безопасность, экологический кризис, экологическая катастрофа, экологическая культура и экологическая нравственность и многие другие. На базе классической экологии возникли и развиваются совершенно новые области знания – *оценка и анализ риска антропогенного воздействия на биосферу, экологическая экспертиза.* Они имеют чисто практический характер, связывая техногенные воздействия на окружающую среду с последствиями для здоровья населения и минимизацией ущерба для природных экосистем.

В вузах, наряду с общим курсом экологии и частными специальными биологическими разделами, сегодня читают курсы экологии человека, экологического менеджмента. В большинстве вузов на естественных факультетах созданы кафедры и отделения экологии. Экономисты овладевают основами экологического менеджмента и природоохранного регулирования в системе управления экологической безопасностью. Все чаще звучат слова об экологически ориентированных вузах, институтах или исследованиях.

Итак, можно выделить общую (классическую) экологию, специальную экологию, включающую специальные, чисто биологические разделы экологии, прикладную экологию, включающую прежде всего такие разделы, как экологическая экспертиза, оценка риска технологий или медицинского риска, и глобальную экологию.

Общая экология представляет собой учение об основных закономерностях и принципах взаимодействия биотического и абиотического компонентов экосистем. Иногда говорят об описательной экологии, к которой относят фактический материал, касающийся в основном состава и качественных особенностей структуры природных сообществ. Общая экология изучает законы формирования структуры, функционирования эволюции экосистем на основе анализа целостных свойств экосистемы, таких как продуктивность, круговорот вещества и энергии, устойчивость. Она является теоретической основой прикладной и глобальной экологии.

Предметом **специальной экологии** является приложение законов общей экологии к отдельным таксонам, различным типам местообитаний и биогеоценозов различных биоклиматических поясов.

Прикладная экология является необходимым направлением, связанным с хозяйственной деятельностью на национальном (государственном) уровне.

Глобальная экология ориентирована на урегулирование взаимоотношений человечества как биологического вида, живущего на Земле и подвергающего ее негативным воздействиям, с окружающей средой с целью ее сохранения в пределах всей биосферы. Она предусматривает осуществление тесного межгосударственного сотрудничества не только в области охраны окружающей среды, но и социально-экономического сотрудничества и координации действий.

Как уже говорилось, Э. Геккель назвал экологией «общую науку об отношениях организмов к окружающей среде». К сфере экологии Э. Геккель относил «крайне сложные и запутанные явления, которые определяются отношениями организмов к окружающей среде».

Теоретической основой столь обширных аспектов экологии является общая экология.

1.4. Основные законы экологии

Экология как наука имеет свои законы, которые проявляются на любом уровне организации жизни. Основными из них являются следующие.

Закон внутреннего динамического равновесия. Вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных естественных систем и их иерархии, тесно связанные между собою, так что любое изменение одного из показателей неминуемо приводит к функционально-структурным изменениям других, но при этом сохраняются общие качества системы — энергетические, информационные и динамические. При этом даже незначительное изменение одного показателя может послужить причиной сильных отклонений в других и во всей экосистеме.

Следует отметить, что закон внутреннего динамического равновесия – один из главнейших в природопользовании. Он помогает понять, что в случае незначительных вмешательств в естественную среду ее экосистемы способны саморегулироваться и восстанавливаться, но если эти вмешательства превышают определенные границы (которые человеку следует хорошо знать) они приводят к значительным нарушениям энерго- и биобаланса на значительных территориях и во всей биосфере.

Закон генетического разнообразия. Все живое – генетическое разное и имеет тенденцию к увеличению биологической разнородности.

Закон имеет важное значение в природопользовании, в особенности в сфере биотехнологии (генная инженерия, биопрепараты), если не всегда можно предусмотреть результат нововведений во время выращивания новых микрокультур через возникающие мутации или распространение действия новых биопрепаратов не на те виды организмов, на которые они рассчитывались.

Закон константности (сформулированный В. Вернадским). Количество живого вещества биосферы (за определенное геологическое время) есть величина постоянная. Этот закон тесно связан с законом внутреннего динамического равновесия. Согласно ему, любое изменение количества живого вещества в одном из регионов биосферы неминуемое приводит к такому же по объему изменению вещества в другом регионе, только с обратным знаком.

Следствием этого закона есть правило обязательного заполнения экологических ниш.

Закон минимума (сформулированный Ю. Либихом). Стойкость организма определяется самым слабым звеном в цепи ее экологических потребностей. Если количество и качество экологических факторов близки к необходимому организму минимуму, он выживает, а если меньшие этого минимума, организм гибнет, экосистема разрушается.

Поэтому во время прогнозирования экологических условий или выполнения экспертиз очень важно определить слабое звено в жизни организмов.

Закон ограниченности естественных ресурсов. Все естественные ресурсы в условиях Земли исчерпаемы. Планета является естественно ограниченным телом, и на ней не могут существовать бесконечные составные части.

Закон однонаправленности потока энергии. Энергия, которую получает экосистема и которая усваивается продуцентами, рассеивается или вместе с их биомассой необратимо передается консументам первого, второго, третьего и других порядков, а потом редуцентам, что сопровождается потерей определенного количества энергии на каждом трофическом уровне. При этом в обратный поток (от редуцентов к продуцентам) попадает очень мало начальной энéргии (не большее 0,25%), в связи с чем термин «кругооборот энергии» носит довольно условный характер. Восстановление энергии происходит за счет ее притока извне (от Солнца).

Закон оптимальности. Никакая система не может суживаться или расширяться к бесконечности. Никакой целостный орга-

низм не может превысить определенные критические размеры, которые обеспечивают поддержку его энергетики. Эти размеры зависят от условий питания и факторов существования.

В приложении к природопользованию этот закон позволяет найти оптимальные с точки зрения производительности и эффективности размеры для участков полей, выращиваемых животных, растений. Пренебрежение (преднамеренное или невольное) требованиями соблюдения этого закона, выразившееся, например, в создании огромных площадей монокультур, выравнивание ландшафта массовыми застройками и т.п. привело к неестественной однообразности на больших территориях и вызвало нарушение в функционировании экосистем.

Закон пирамиды энергий (сформулированный Р. Линдеманом). С одного трофического уровня экологической пирамиды на другой переходит в среднем не более 10% энергии.

По этому закону можно выполнять расчеты земельных площадей, лесных угодий с целью обеспечения население продовольствием и другими ресурсами.

Закон равнозначности условий жизни. Все естественные условия среды, необходимые для жизни, играют равнозначные роли. Из него вытекает другой закон-совокупного действия экологических факторов. Этот закон часто игнорируется, хотя имеет большое значение.

Закон развития окружающей среды. Любая естественная система развивается лишь за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей среды. Абсолютно изолированное саморазвитие невозможно — это вывод из законов термодинамики.

Очень важными являются следствия закона:

1. Абсолютно безотходное производство невозможно.
2. Любая более высокоорганизованная биотическая система в своем развитии несет в себе потенциальную угрозу для менее организованных систем. Поэтому в биосфере Земли невозможно повторное зарождение жизни — оно будет уничтожено уже существующими организмами
3. Биосфера Земли, как система, развивается за счет внутренних и космических ресурсов.

Закон совокупного действия естественных факторов (закон Митчерлиха–Тинемана--Бауле). Объем продукции зависит не от отдельного, пусть даже лимитирующего фактора, а от всей совокупности экологических факторов одновременно.

Закон толерантности (закон Шелфорда). Существование как отдельного организма, так и вида возможно лишь при определенных значениях экологического фактора, при этом максимальное и минимальное значения одинаково сильно ограничивают выживаемость. Соответственно закону любой излишек вещества или энергии в экосистеме становится его врагом, загрязнителем.

Закон грунтоистощения (уменьшение плодородия). Постепенное снижение естественного плодородия почв происходит из-за продолжительного их использования и нарушения естественных процессов почвообразования, а также вследствие продолжительного выращивания монокультур (в результате накопления токсичных веществ, которые выделяются растениями, остатков пестицидов и минеральных удобрений).

Закон физико-химического единства живого вещества (сформулированный В. Вернадским). Все живое вещество Земли имеет единую физико-химическую природу.

Закон экологической корреляции. В экосистеме, как и в любой другой системе, все виды живого вещества и абиотические экологические компоненты функционально отвечают один другому. Выпадение одной части системы (вида) неминуемо приводит к выключению связанных с ею других частей экосистемы и функциональных изменений.

Научной общественности широко известны также **четыре закона экологии** американского ученого Б. Коммонера:

1) все связано со всем;
2) все должно куда-то деваться;
3) природа «знает» лучше;
4) ничто не дается даром (за все надо платить).

М.Ф. Реймерс отмечает, что первый закон Б. Коммонера близкий по смыслу к закону внутреннего динамического равновесия, второй – к этому же закону и закону развития естественной системы за счет окружающей среды, третий – предостере-

гает нас от самоуверенности, четвертый – снова затрагивает проблемы, которые обобщают закон внутреннего динамического равновесия, законы константности и развития естественной системы. По четвертому закону Б. Коммонера мы должны возвращать природе то, что берем у нее, иначе катастрофа с течением времени неминуема.

Кроме того, в экологии существует несколько принципов, дополнительняющих законы: принцип эмерджентности, гомеостаза, несводимости свойств целого к сумме свойств отдельных его компонентов.

Принцип эмерджентности (англ. amarge – появляться) – при объединении компонентов в более крупные функциональные единицы у этих новых единиц появляются новые свойства, отсутствующие на предыдущем уровне. Эти новые свойства нельзя предусмотреть и предсказать, исходя из свойств компонентов, составляющих этот уровень или единицу.

Принцип гомеостаза (греч. homois – подобный, stass – состояние) – сохранение системой прежнего состояния при изменившихся факторах среды.

Принцип несводимости свойств целого к сумме свойств отдельных его частей.

Таким образом, круг задач современной экологии очень широкий и охватывает практически все вопросы, которые затрагивают взаимоотношения человеческого общества и естественной среды, а также проблемы гармонизации этих отношений. Из сугубо биологической науки, которой была экология всего каких-то 30–40 лет тому, сегодня она стала многогранной комплексной наукой, главной целью которой является разработка научных основ спасения человечества и среды его существования – биосферы планеты, рационального природопользования и охраны природы. Ныне экологическим воспитанием охватываются все слои населения на планете. Познание законов гармонизации, красоты и рациональность природы поможет человечеству найти верные пути выхода из экологического кризиса. Изменяя и в дальнейшем естественные условия (общество не может жить иначе), люди будут вынуждены делать это обдуманно, взвешенно, предусматривая далекую перспективу и опираясь на знание основных экологических законов.

Глава 2

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

2.1. Уровни организации жизни

Чтобы лучше понять содержание общей экологии, следует рассмотреть концепцию уровней организации жизни (биологический спектр).

Все уровни живой материи можно представить в виде иерархической схемы (Ю. Одум, 1975 г.):

1. **Генный, или молекулярный уровень.** Именно с него начинают проявляться свойства живого вещества. Его системы представляют собой активные крупные молекулы – липиды, белки, углеводы, нуклеиновые кислоты, в которых идут процессы обмена веществ, связанные с фото- и хемосинтезом, формируются ДНК и РНК, отвечающие за наследственность. Сами по себе, вне органа, вне организма эти молекулы функционировать не могут.

2. **Клеточный уровень.** Молекулы объединяются в клетки, и только тогда в них формируются вещества, необходимые для жизнедеятельности органов и организмов. Предметом изучения на клеточном уровне служат законы превращения вещества и энергии внутри клеток.

3. **Органный** – более высокий уровень организации живого вещества, нежели предыдущие два. Органы образуются в результате взаимодействия нескольких типов тканей. На этом уровне изучаются системы разных органов: побеговые и генеративные – у растений, системы органов дыхания, пищеварения, размножения – у животных.

4. **Организменный** – первый, самый низший уровень из изучаемых общей экологией. В организме взаимодействие систем органов сводится в единую систему индивидуального организма. Он может существовать самостоятельно! Вне организ-

мов жизнь не проявляется. На этом уровне изучаются жизненные циклы отдельных особей, законы образования фенотипов и генотипов.

5. **Популяционно-видовой** – промежуточный между «организменным и надорганизменным» уровнями. Любой вид растений, животных приспосабливается к внешней среде, не как сумма отдельных особей-организмов, а как единое функциональное целое – популяция. В популяции свои законы (внутривидовые конкуренция и агрегация), свои иерархические взаимоотношения, своя структура. На данном уровне изучаются законы сохранения популяцией и ее видом генотипических признаков.

6. **Экосистемный, биогеоценотический** – изучаются надорганизменные системы, взаимоотношения популяций, группировок, организмов внутри экосистемы, т.е. на конкретном участке с однородными условиями среды. Изучение первичной продуктивности, круговорота веществ (углерода, кислорода, фосфора, воды и пр.) в пределах биогеоценоза.

7. **Биосферный** – самый высокий уровень организации жизни, где, рассматриваются взаимоотношения живых организмов между собой и природными физико-химическими компонентами в пределах макроэкосистем, биогеоценозов (лес – степь, лес – болото, лес – тундра и др.), изучаются законы круговорота веществ, энергии в глобальном аспекте.

Взаимодействие живого вещества (материи) с другим веществом (или энергией) на каждом уровне организации обусловливает формирование и существование определенных упорядоченных систем. Все эти системы взаимозависимы одна от другой и между уровнями организации нет резких разрывов. Невозможно даже представить существование генов вне клеток, клеток вне органов, органов вне организмов и т.д.

Поскольку *экология* – это наука, изучающая взаимоотношения организмов и групп организмов между собой и компонентами среды обитания, то совершенно очевидно, что круг интересов экологии лежит за пределами первых трех уровней, являющихся сферой интересов других наук, а **объектами общей**

экологии являются организменный, популяционно-видовой, экосистемный и биосферный уровни. Иными словами, с учетом тесной функциональной связи между организменным, популяционно-видовым и экосистемным уровнями и автономности существования их систем, основным содержанием общей экологии следует считать исследования взаимоотношений живых организмов (особей) между собой и со средой обитания на популяционно-биоценотическом уровне и уровнях биологических систем еще более высокого ранга (биогеоценозов и биосферы), а *наименьшей единицей является организм, или особь.*

В зависимости от того, какой уровень организации экосистем изучается, экология подразделяется на отрасли аутэкологию, демэкологию и синэкологию.

Аутэкология изучает жизненные циклы и отношение к факторам среды отдельных особей или видов. Ее цель – в том, чтобы выявить характер приспособления их к жизни в конкретном сообществе, их роль в экосистеме. Некоторые ученые (Радкевич, 1997 г.) считают, что аутэкология изучает взаимоотношение с внешней средой только отдельных особей, а взаимоотношения ценопопуляций со средой изучает демэкология.

Демэкология – экология популяций, изучаются различные структуры популяций, их основные показатели и характеристики, а также внутривидовые взаимоотношения и закономерности функционирования.

Синэкология, она же биоценология, изучает все комплексы видов (ценопопуляций) в сообществах, т.е. экосистемы, изучает законы их совместного сосуществования в биоценозе в зависимости от условий внешней среды. Она базируется на аут- и демэкологии, но ей присущ общебиологический характер, поскольку ее исследования направлены на многовидовые взаимоупорядоченные комплексы, существующие в строго определенной физико-химической среде, состоящей из многих компонентов, определяемых как условия жизни и жизненные ресурсы организмов.

2.2. Экологические факторы

Организмы – это реальные носители жизни, самостоятельные «ячейки» обмена веществ со средой, в которой они обитают. *Под средой в экологии понимают всю совокупность тел и сил внешнего по отношению к живому организму мира.* Термин «среда обитания» применяют, когда хотят обозначить характерные для какого-нибудь вида растений или животных естественные условия жизни. А широко используемое понятие «окружающая среда» соответствует той части экологической среды, с элементами которой организм непосредственно взаимодействует. Чаще всего это понятие используют применительно к человеку, имея в виду окружающую человека среду.

Живые организмы потребляют из окружающей среды необходимые вещества и выделяют в нее ненужные им продукты обмена, которые, в свою очередь, могут быть использованы другими организмами. И не только продукты обмена, но и сами организмы, как в жизни, так и после смерти, тоже становятся пищей для других живых существ.

Следует отличать понятие «условия жизни» от понятия «ресурсы». Различия между ними заключаются в том, что *условия жизни* обеспечивают – «обусловливают», жизнедеятельность растений и животных, они могут изменяться под их влиянием, но сами при этом не расходуются, не исчерпываются. Это такие факторы, к которым организмы вынуждены приспосабливаться, но повлиять на них обычно не могут. Один и тот же фактор среды может быть ресурсом для одних и условием для других видов. Например, свет – жизненно необходимый энергетический ресурс для растений, а для обладающих зрением животных – условие зрительной ориентации. Вода для многих организмов может быть и условием жизни, и ресурсом.

И ни один организм не способен сделать условия жизни недоступными для другого организма.

Ресурсы организма – это все, что он потребляет, за ними стоят количественные показатели, которые могут уменьшать-

ся – «исчерпываться» в процессе потребления. Это вещества, которыми живые организмы питаются и из которых состоят их тела (пищевые ресурсы), энергия, которая вовлекается в обменные процессы (энергетические ресурсы), и места, в которых протекают разные фазы их жизни. Некоторые факторы по отношению к организмам могут рассматриваться и как одно из условий, и как ресурс. Таковы, например, свет, влага, соли в почвенном растворе.

Все эти процессы обмена протекают в сложной, динамичной обстановке естественной среды обитания, так как находятся под постоянным воздействием комплекса факторов.

Совокупность этих факторов составляют условия жизни организма. К ним относятся: температура, свет, влажность, питательные элементы, газовый состав атмосферного воздуха и др.

Температура. От температуры зависит скорость в организме биохимических реакций, составляющих обмен веществ. Изменения температуры могут сильно нарушить сбалансированность обмена веществ, если скорости сопряженных процессов изменятся различным образом. Сильное понижение температуры вызывает опасность такого замедления обмена веществ, при котором окажется невозможным осуществление основных жизненных функций организма. Критическим моментом является замерзание воды в клетках, так как появление кристалликов льда несовместимо с сохранением целостности внутриклеточных структур. Повышение температуры ведет к денатурации белков, в среднем – около 60°С, хотя рассогласование биохимических и физиологических процессов начинается раньше, уже при некотором превышении 42–43°С. Таким образом, жизнь организмов в среде с низкими, высокими и колеблющимися температурами представляет сложную задачу адаптации, решаемую в ходе эволюции и индивидуального развития.

В процессе эволюции у живых организмов выработались разнообразные приспособления, позволяющие регулировать обмен веществ при изменениях температуры окружающей среды.

В среднем активная жизнедеятельность организмов требует довольно узкого диапазона температур, ограниченного кри-

тическими порогами замерзания воды и тепловой денатурации белков, примерно – *в пределах от 0 до +50 °С.* Границы оптимальных температур соответственно должны быть еще более узкими. Для большинства живых организмов оптимум температур находится в пределах 16–25^0 С. Однако реально эти границы преодолеваются в природе у многих видов за счет специфических адаптаций. Существуют экологические группы организмов, оптимум которых сдвинут в сторону низких или высоких температур. Считают, что живые организмы могут существовать в пределах диапазона температур – от (-200°) С до 100°С.

Криофилы – виды, предпочитающие холод и специализированные к жизни в этих условиях. Основные механизмы этих адаптаций биохимические.

Термофилы – это экологическая группа видов, оптимум жизнедеятельности которых приурочен к области высоких температур. Верхние температурные пределы активной жизни отличаются у разных групп организмов. Наиболее устойчивы бактерии, у некоторых из которых. экспериментально обнаружена способность к росту и делению клеток при температурах, превышающих (+110°) С. Жизнедеятельность и активность большинства видов на Земле зависят прежде всего от тепла, поступающего извне, а температура тела – от хода внешних температур. Такие организмы называют *пойкилотермными.* Этот термин обозначает изменчивость теплового режима организмов. Пойкилотермность свойственна всем микроорганизмам, грибам, растениям, беспозвоночным животным и значительной части хордовых. Две группы высших животных – птиц и млекопитающих относят к *гомойотермным.* Они способны поддерживать постоянную оптимальную температуру тела независимо от температуры среды.

Свет. Всем живым организмам для осуществления процессов жизнедеятельности необходима энергия, поступающая извне. Основным источником ее является солнечная радиация, на которую приходится около 99,9% в общем балансе энергии Земли.

Если принять солнечную энергию, достигающую Земли, за 100%, то примерно 19% ее поглощается при прохождении через

атмосферу. При этом 34% отражается обратно в космическое пространство и 47% достигает земной поверхности в виде прямой и рассеянной радиации Прямая солнечная радиация – это континуум электромагнитного излучения с длинами волн от 0,1 нм до 30000 нм. На ультрафиолетовую часть спектра приходится от 1 до 5%, на видимую – от 16% до 45% и на инфракрасную – от 49% до 84%.

Распределение энергии по спектру существенно зависит от массы атмосферы и меняется при различных высотах Солнца. Количество рассеянной радиации (отраженные лучи) возрастает с уменьшением высоты стояния Солнца и увеличением мутности атмосферы. Действие разных участков спектра солнечного излучения на живые организмы различно. Среди ультрафиолетовых лучей (УФЛ) до поверхности Земли доходят только длинноволновые (290–380 нм), а коротковолновые, губительные для всего живого, практически полностью поглощаются на высоте около 20–25 км озоновым экраном – тонким слоем атмосферы, содержащим молекулы O_3. Длинноволновые ультрафиолетовые лучи, обладающие большой энергией фотонов, имеют высокую химическую активность. Большие дозы их вредны для организмов, а небольшие необходимы многим видам. В диапазоне 250–300 нм УФЛ оказывают мощное бактерицидное действие и у животных вызывают образование из стеролов антирахитичного витамина D; при длине волны 200–400 нм вызывают у человека загар, который является защитной реакцией кожи. Инфракрасные лучи с длиной волны более 750 нм оказывают тепловое действие.

Свет как условие ориентации животных. Световой режим любого местообитания определяется интенсивностью прямого и рассеянного света, количеством света (годовой суммарной радиацией), его спектральным составом, а также альбедо – отражательной способностью поверхности, на которую падает свет.

Перечисленные элементы светового режима очень переменчивы и зависят от географического положения, высоты над уровнем моря, от рельефа, состояния атмосферы, харак-

тера земной поверхности, растительности, от времени суток, сезона года, солнечной активности и глобальных изменений в атмосфере.

По требованию к условиям освещения принято делить растения на следующие экологические группы:

1) *светолюбивые* (световые), или *гелиофиты* – растения открытых, постоянно хорошо освещаемых местообитаний;

2) *теневыносливые* (теневые), или *сциофиты* – растения нижних ярусов тенистых лесов, пещер и глубоководные растения; они плохо переносят сильное освещение прямыми солнечными лучами;

3) *теневыносливые*, или *факультативные гелиофиты* – могут переносить большее или меньшее затенение, но хорошо растут и на свету; они легче других растений перестраиваются под влиянием изменяющихся условий освещения.

Для животных солнечный свет не является таким необходимым фактором, как для зеленых растений. Свет для животных необходимое условие видения, зрительной ориентации в пространстве. Рассеянные, отраженные от окружающих предметов лучи, воспринимаемые органами зрения животных, дают им значительную часть информации о внешнем мире.

Влажность. Протекание всех биохимических процессов в клетках и нормальное функционирование организма в целом возможны только при достаточном обеспечении его водой – необходимым условием жизни. Поддержание водного баланса имеет огромное значение для всех живых организмов.

Проблемы водообеспечения особенно важны для обитателей суши. Особенности поддержания водного баланса зависят от того, в какой экологической обстановке они живут, какой образ жизни ведут, насколько могут использовать различные источники влаги и задерживать воду в теле. По отношению к воде все растения делятся на 5 групп.

Гидатофиты – это водные растения, целиком или почти целиком погруженные в воду. Транспирация у таких растений отсутствует, а вода выделяется через особые клетки – гидатоды.

Гидрофиты – это растения наземно-водные, частично погруженные в воду, растущие по берегам водоемов, на мелко-

водьях, на болотах. Встречаются в районах с самыми разными климатическими условиями. У гидрофитов есть эпидерма с устьицами, интенсивность транспирации очень высока, и они могут расти только при постоянном интенсивном поглощении воды.

Гигрофиты – наземные растения, живущие в условиях повышенной влажности воздуха и часто на влажных почвах. Среди них различают теневые и световые.

Мезофиты могут переносить непродолжительную и не очень сильную засуху. Это растения, произрастающие при среднем увлажнении, умеренно теплом режиме и достаточно хорошей обеспеченности минеральным питанием.

Ксерофиты растут в местах с недостаточным увлажнением и имеют приспособления, позволяющие добывать воду при ее недостатке, ограничивать испарение воды или запасать ее на время засухи.

Газовый состав воздуха. Для существования наземных организмов чрезвычайно важны химические особенности атмосферного воздуха. Газовый состав воздуха в приземном слое атмосферы довольно однороден в отношении содержания главных компонентов (азот – 78,1%, кислород – 21,0%, аргон – 0,9%, углекислый газ – 0,035% по объему) благодаря высокой диффузионной способности газов и постоянному перемешиванию конвекционными и ветровыми потоками. Однако различные примеси газообразных, капельно-жидких и твердых (пылевых) частиц, попадающих в атмосферу из локальных источников, в том числе антропогенного происхождения, могут иметь существенное экологическое значение.

Кислород из-за постоянно высокого его содержания в воздухе не является фактором, лимитирующим жизнь в наземной среде. Лишь местами, в специфических условиях, создается временный его дефицит, например в скоплениях разлагающихся растительных остатков, запасах зерна, муки и т. п.

Содержание углекислого газа может изменяться в отдельных участках приземного слоя воздуха в довольно значительных пределах. Например, при отсутствии ветра в центре

больших городов концентрация его возрастает в десятки раз. Закономерны суточные изменения содержания углекислоты в приземных слоях, связанные с ритмом фотосинтеза растений. Повышенное насыщение воздуха углекислым газом возникает в зонах вулканической активности, возле термальных источников и других подземных выходов этого газа. В высоких концентрациях углекислый газ токсичен. В природе такие концентрации встречаются редко.

В природе основным источником углекислоты является так называемое почвенное дыхание. Почвенные микроорганизмы и животные дышат очень интенсивно. Углекислый газ диффундирует из почвы в атмосферу, особенно энергично во время дождя. В современных условиях мощным источником поступления дополнительных количеств CO_2 в атмосферу стала деятельность человека по сжиганию ископаемых запасов топлива.

Низкое содержание углекислого газа тормозит процесс фотосинтеза. В условиях закрытого грунта можно повысить скорость фотосинтеза, увеличив концентрацию углекислого газа. Этим пользуются в практике тепличного и оранжерейного хозяйства, однако излишние количества CO_2 приводят к отравлению растений.

Азот воздуха для большинства обитателей наземной среды представляет инертный газ, но ряд прокариотических организмов (клубеньковые бактерии, азотобактер, клостридии, сине-зеленые водоросли и др.) обладает способностью связывать его и вовлекать в биологический круговорот.

Местные примеси, поступающие в воздух, могут существенно влиять на живые организмы. Это особенно относится к ядовитым газообразным веществам – метану, оксиду серы, оксиду углерода, оксиду азота, сероводороду, соединениям хлора, а также к частицам пыли, сажи и т. п., засоряющим воздух в промышленных районах. Основной современный источник химического и физического загрязнения атмосферы антропогенный: работа различных промышленных предприятий и транспорта, эрозия почв и т. п. Оксид серы (SO_2), например, ядовит для растений даже в концентрациях от одной пятидеся-

титысячной до одной миллионной от объема воздуха. Вокруг промышленных центров, загрязняющих атмосферу этим газом, погибает почти вся растительность. Некоторые виды растений особо чувствительны к SO_2 и служат чутким индикатором его накопления в воздухе. Присутствие их в лесах вокруг крупных городов свидетельствует о высокой чистоте воздуха. Устойчивость растений к примесям в воздушной среде учитывают при подборе видов для озеленения населенных пунктов. Чувствительны к задымлению, например, обыкновенная ель и сосна, клен, липа, береза. Наиболее устойчивы туя, тополь канадский, клен американский, бузина и некоторые другие.

Давление атмосферы. Давление не оказывает непосредственного действия, хотя некоторые животные, несомненно, реагируют на его изменения. Однако давление имеет прямое отношение к погоде и климату, которые оказывают непосредственное лимитирующее воздействие на организмы.

Элементы питания в основном относятся к почвенному фактору. Свойства грунта и рельеф местности влияют на условия жизни наземных организмов, в первую очередь, растений. Свойства земной поверхности, оказывающие экологическое воздействие на ее обитателей, объединяют названием ***эдафические факторы среды*** *(греч. «эдафос» – основание, почва)*.

Почва представляет собой рыхлый тонкий поверхностный слой суши, контактирующий с воздушной средой. Несмотря на незначительную толщину, эта оболочка Земли играет важнейшую роль в распространении жизни. Почва представляет собой не просто твердое тело, как большинство пород литосферы, а сложную трехфазную систему, в которой твердые частицы окружены воздухом и водой. Она пронизана полостями, заполненными смесью газов и водными растворами, и поэтому в ней складываются чрезвычайно разнообразные условия, благоприятные для жизни множества микро- и макроорганизмов. В почве сглажены температурные колебания по сравнению с приземным слоем воздуха, а наличие грунтовых вод и проникновение осадков создают запасы влаги и обеспечивают режим влажности, промежуточный между водной и наземной средой.

В почве концентрируются запасы органических и минеральных веществ, поставляемых отмирающей растительностью и трупами животных. Все это определяет большую насыщенность почвы жизнью. Почва – это тот каркас, фундамент, на котором строится почти любая экосистема.

Приспособления к постоянно меняющимся – в течение суток, года, жизни – условиям жизни, или факторам среды, называются **адаптациями**. Адаптации проявляются на всех уровнях биологического спектра – от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем. Все адаптации выработаны исторически и в результате их сформировались специфические для каждой географической зоны, сообщества растений и животных.

Все факторы действуют на организм одновременно. Для каждого организма, популяции, экосистемы существует диапазон условий среды – диапазон устойчивости, в рамках которого происходит жизнедеятельность объектов.

В процессе эволюции у организмов сформировались определенные требования к условиям среды. Дозы факторов, при которых организм, популяция или биоценоз достигают наилучшего развития и максимальной продуктивности, соответствует *оптимуму условий*. С изменением этой дозы в сторону уменьшения или увеличения происходит угнетение организма и чем сильнее отклонение значения факторов от оптимума. тем снижение жизнеспособности больше, вплоть до гибели организма или разрушения биоценоза. Условия, при которых жизнедеятельность максимально угнетена, но организм и биоценоз еще существуют, называются *пессимальными*. Одной из главных задач экологии является изучение адаптаций организмов и экосистем к условиям жизни, или экологическим факторам.

Экологический фактор – это любой нерасчленяемый далее элемент среды, способный оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы. То есть, экологические факторы – это все элементы естественной среды, которые вли-

яют на существование и развитие организмов. Экологические факторы оказывают непосредственное воздействие на особей данной популяции, а также на характер их отношений друг с другом и с особями других популяций Следует отметить, что в природе экологические факторы действуют комплексно. В особенности важно помнить это, оценивая влияние химических загрязнителей. В этом случае «суммарный» эффект, когда отрицательное действие одного вещества накладывается на отрицательное действие других, а к этому прибавляется влияние стрессовой ситуации, шумов, различных физических полей, что значительно изменяет порог чувствительности организмов к тем или иным факторам. Этот эффект называют *синергитическим.*

Экологические факторы классифицируют по нескольким критериям. Внешние факторы воздействуют на организм, популяцию, экосистему, но не испытывают непосредственного обратного действия: солнечная радиация, атмосферное давление, скорость течения, ветер. В отличие от них внутренние факторы связаны со свойствами самой экосистемы и образуют ее состав: численность популяций, пища, концентрации веществ и т.п.

Часто важно оценить значимость факторов, выделить главные и второстепенные. Те из них, без которых невозможны жизнь и развитие организма – пространство, пища, вода, тепло, свет, кислород – определяются как *условия существования.* Количественная оценка условий существования, характеризующая их доступность для организмов и подчиняющаяся законам сохранения, позволяет квалифицировать их как *ресурсы.* Другие факторы, действующие не обязательно постоянно, но влияющие на различные проявления жизнедеятельности и распространение организмов, называют *факторами воздействия.* По природе источников и характеру действия факторы среды разделяют на абиотические и биотические, которые представлены в таблице 1.

1. Группировка экологических факторов

АБИОТИЧЕСКИЕ	БИОТИЧЕСКИЕ
Физические климатические – влага, свет, температура, ветер, давление, течения, продолжительность суток	Влияние растений друг на друга и на другие организмы в биоценозе (прямо или опосредованно)
Физические эдафические – влагоемкость, теплообеспеченность механический состав и проницаемость почвы	Влияние животных друг на друга и на другие организмы в биоценозе
Химические - состав воздуха, содержание в почве или воде элементов питания, соленость воздуха и воды, реакция pH	Антропические факторы – все виды человеческой деятельности

Абиотические факторы – факторы неорганической (неживой) природы. Это свет, температура, влажность, давление и другие климатические и геофизические факторы; природа самой среды – воздушной, водной, почвенной; химический состав среды, концентрации веществ в ней. К абиотическим факторам относят также физические поля (гравитационное, магнитное, электромагнитное), ионизирующую и проникающую радиацию, движение сред (акустические колебания, волны, ветер, течения, приливы), суточные и сезонные изменения в природе. Многие абиотические факторы могут быть охарактеризованы количественно и поддаются объективному измерению. Одни и те же экологические факторы неодинаково влияют на организмы разных видов, живущих вместе. Для одних они могут быть благоприятными, для других – нет. Важным элементом является реакция организмов на силу воздействия экологического фактора, отрицательное действие которого может возникать в случае излишка или недостатка дозы. Поэтому существует понятие благоприятной дозы или *зоны оптимума* фактора и *зоны пессимума* (диапазон значений дозы фактора, в котором организмы чувствуют себя угнетенно)

Диапазоны зон оптимума и пессимума являются критерием для определения ***экологической валентности*** – способности живого организма приспосабливаться к изменениям условий среды. Количественно она выражается диапазоном среды, в границах которого вид нормально существует. Экологическая валентность разных видов может быть очень разной (северный олень выдерживает колебание температуры воздуха от (-55°) С к (+25–30°)С, а тропические кораллы гибнут уже при изменении температуры на 5–6 °С). По экологической валентности организмы разделяются на *стенобионты* – с малой приспособленностью к изменениям среды (орхидеи, форель, дальневосточный рябчик, глубоководные рыбы) и *эврибионты* – с большей приспособленностью к изменениям окружающей среды (колорадский жук, мыши, крысы, волки, тараканы, камыш, пырей). Чтобы выразить относительную степень толерантности, в экологии существует ряд терминов, в которых используются приставки *стено-*, что означает узкий, и *эври-* т.е. широкий. Виды, имеющие узкий интервал толерантности (1), называются *стеноэками*, а виды с широким интервалом толерантности (2) *эвриэками* по данному фактору.

Факторы среды, имеющие в конкретных условиях пессимальные (т.е. наихудшие) значения, ограничивают возможность существования популяции, вида в данных условиях, вопреки и несмотря на оптимальное сочетание других факторов.

Лимитирующим образом могут действовать не только минимальные, но и максимальные значения фактора: высокая щелочность и чрезмерное содержание кальция или натрия в почве, высокая температура, избыточная освещенность и т.п. Это наблюдение легло в основу ***закона толерантности:*** лимитирующим может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору.

От совокупного воздействия экологических факторов зависит выживаемость организмов. Количественную зависимость их выживаемости от степени выраженности и интенсивности влияния какого-либо фактора среды определяет закон толе-

рантности, сформулированный В. Шелфордом в 1913 г., который можно считать основным законом экологии.

Существование как отдельного организма, так и вида возможно лишь при определенных значениях экологического фактора, при этом максимальное и минимальное значения одинаково сильно ограничивают выживаемость организмов.

При оптимальном значении фактора выживаемость (биологическая активность) максимальна. Диапазон между минимальным и максимальным значениями фактора лежит зона толерантности, т.е.значение фактора, при которых возможно существование вида. Графическим выражением закона толерантности является кривая толерантности, изображенная на рисунке 1.

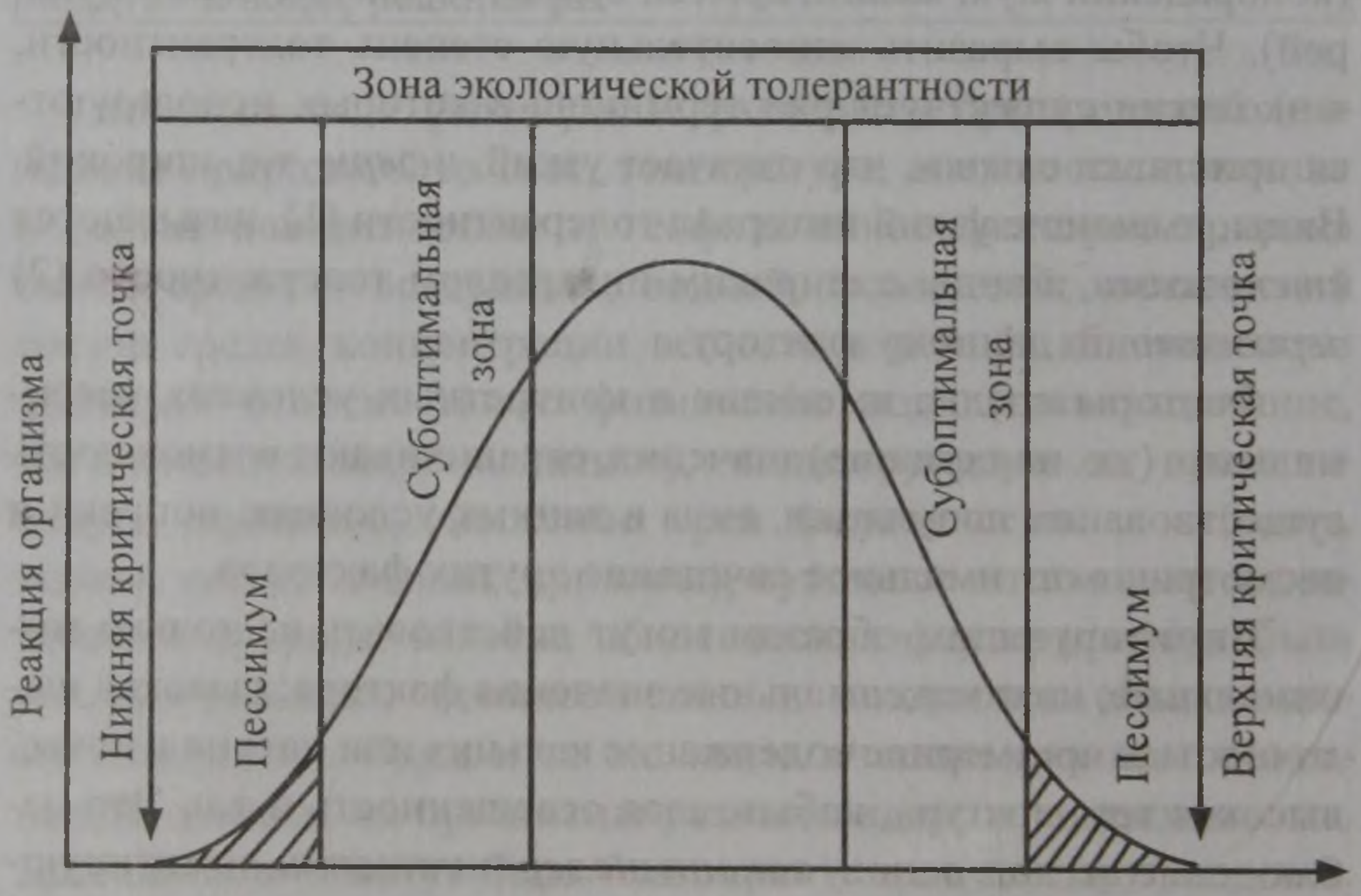


Рис. 1. Схема действия факторов среды на живые организмы

Следует отметить, что закон толерантности лежит в основе определения величины ПДК (предельно-допустимых концентраций) загрязнителей. В качестве ПДК принимается значение фактора, при котором в организме еще не наблюдается никаких необратимых патологических изменений

Организмы могут иметь широкий и узкий диапазон толерантности. Организмы с широким диапазоном толерантности называю *эврибионтами,* с узким – *стенобионтами.* Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам среды имеют наибольшее распространение.

Более всего распространенны организмы с широким диапазоном толерантности относительно всех экологических факторов. Высочайшая толерантность характерная для бактерий и сине-зеленых водорослей, которые выживают в широком диапазоне температур, радиации, солености, pH и др. Закон толерантности лег в основу определения величины ПДК, являющейся важнейшим понятием в экологии. ПДК – предельно допустимая концентрация загрязнителя, при которой в организме еще не наблюдается необратимых патологических изменений.

Одним из важных понятий в экологии, связанным с законом толерантности является понятие *лимитирующего фактора*, то есть такого, уровень (доза) которого приближается к границе выносливости организма, концентрация которого ниже или выше оптимальной. Он выявляет зависимость выживаемости (продуктивности) от фактора, находящегося в минимуме. Этот закон сформулирован как закон минимума немецкого химика Либиха (1840 г): **стойкость организма определяется самым слабым звеном в цепи ее экологических потребностей**

Несомненно важно и понятие *правила взаимодействия факторов.* Сущность его заключается в том, что **одни факторы могут усиливать или смягчать силу действия других факторов**. Например, избыток тепла может в какой-то мере смягчаться пониженной влажностью воздуха, недостаток света для фотосинтеза растений – компенсироваться повышенным содержанием углекислого газа в воздухе и т. п. Из этого, однако, не следует, что факторы могут взаимозаменяться. Они не взаимозаменяемы.

Наиболее часто лимитирующими факторами являются температура, свет, биогенные вещества, течения и давление в среде, пожары и т.п.

Следует отличать понятие «условия жизни» от понятия «ресурсы». Различия между ними заключаются в том, что условия

жизни обеспечивают – «обусловливают», жизнедеятельность растений и животных, они могут изменяться под их влиянием, но сами при этом не расходуются, не исчерпываются. И ни один организм не способен сделать условия жизни недоступными для другого организма.

Ресурсы организма – это все, что он потребляет, за ними стоят количественные показатели, которые могут уменьшаться – «исчерпываться» в процессе потребления. Это вещества, которыми живые организмы питаются и из которых состоят их тела (пищевые ресурсы), энергия, которая вовлекается в обменные процессы (энергетические ресурсы), и места, в которых протекают разные фазы их жизни. Некоторые факторы по отношению к организмам могут рассматриваться и как одно из условий, и как ресурс. Таковы свет, влага, соли в почвенном растворе.

Биотические факторы – это прямые или опосредованные воздействия других организмов, населяющих среду обитания данного организма. Биотические факторы связаны со взаимовлиянием и взаимодействием живых организмов между собой.

2.3. Биоценозы и формы отношений организмов

Все биотические факторы обусловлены внутривидовыми (внутрипопуляционными) и межвидовыми (межпопуляционными) взаимодействиями.

Взаимоотношения между животными, растениями, микроорганизмами (их еще называют *коакциями*) чрезвычайно многообразны. Их можно разделить на *прямые* и *косвенные*, опосредствованы через изменение своим присутствием соответствующих абиотических факторов.

Взаимодействия живых организмов классифицируют с точки зрения их реакции друг на друга. В частности, выделяют *гомотипические* реакции между взаимодействующими особями одного и того же вида, а также *гетеротипические* реакции при коакциях между индивидуумами разных видов.

Одним из важнейших биотических факторов является *пищевой* (трофический) *фактор*. Трофический фактор характеризуется количеством, качеством и доступностью пищи. Любой вид животного или растения обладает четкой избирательностью к составу пищи. Различают виды *монофаги*, питающиеся только одним видом, *полифаги*, питающиеся несколькими видами, а также виды, питающиеся более или менее ограниченным ассортиментом кормов, называемые широкие или узкие *олигофаги*.

Распространенный тип взаимоотношений между живыми организмами – *хищничество*, то есть непосредственное преследование и пожирание одних видов другими. Другой тип взаимоотношений – *паразитизм* в различных формах. В качестве других видов взаимоотношений выделяют следующие: *форезия* – перенос одних видов другими; *комменсализм* – сотрапезничество, при котором один вид питается остатками пищи другого; *нейтрализм* – взаимонезависимость совместно обитающих видов, *мутуализм* – способность одних видов развиваться только в присутствии других; *аменсализм* – когда один из видов в присутствии другого не может нормально питаться и размножаться; *протокооперация* – например, совместное гнездование нескольких видов птиц, способствующее защите от хищников. Особое место в многообразии форм отношений между организмами в биотических сообществах имеет **конкуренция**, которая является наиболее распространенным типом межвидовых биотических отношений. *Конкуренция* является одним из двух главных механизмов регулирования числа организмов в природе. Двустороннее взаимное угнетающее действие имеет место всегда, когда совпадают экологические ниши и ограниченна емкость среды. Совпадение ниш может быть абсолютным, когда речь идет об организмах одного вида, даже одной популяции, о *внутривидовой конкуренции*. При росте популяции, когда ее численность приближается к пределу емкости среды, вступает в действие механизм регуляции численности: смертность возрастает, а плодовитость снижается. Пространство и пища становятся предметом конкуренции. Их дефицит выступает в качестве причины снижения жизнеспособности и плодовитости

значительной части или всей популяции. В загущенных посевах растений происходит «самоизреживание». В перенаселенных популяциях животных, особенно, у грызунов, если не может быть реализован оптимизационный поиск, к общему угнетению добавляется увеличение смертности из-за стресса, повышение агрессивности, возникновение «иерархии угнетения», каннибализм – крайние проявления борьбы за существование. Внутривидовая конкуренция хорошо выражена во многих популяциях растений и животных.

У разных видов экологические ниши всегда различаются по пространству, времени и ресурсам. Любое их совмещение по этим качествам всегда ведет к *межвидовой конкуренции.* Бывает, что ниша одного вида перекрывает нишу другого вида, т.е. биоинтервалы условий жизни первого охватывают биоинтервалы второго. В этом случае второй вид совсем вытесняется первым; конкуренция между ними идет по пути *конкурентного исключения,* или *конкурентного замещения.* Так часто бывало при интродукции новых видов. Конкурентное исключение часто сопровождается пространственным разобщением конкурирующих видов, территориальным вытеснением. У высших позвоночных оно часто обусловлено прямой территориальной агрессией. Во многих случаях благодаря многообразию связей и ресурсов происходит лишь частичное, краевое совмещение экологических ниш. В этом случае также наблюдается взаимное угнетение конкурирующих видов, но в конечном счете между ними устанавливается *конкурентное равновесие,* режим напряженного сосуществования.

Этот тип характеризуется взаимодействием двух популяций, стремящихся получить один и тот же ресурс. В результате исследований, проведенных с организмами двух видов ученым Гаузе (1934 г.), был сформулирован принцип, названный именем этого ученого: ***два вида не могут занимать одну и ту же экологическую нишу.*** Явление разделения экологических ниш ведет к специализации живых организмов и в конечном счете появлению новых видов. Конкуренция, таким образом, выступает как фактор эволюции.

Взаимоотношения между видами являются естественно необходимыми. Нельзя делить виды на врагов и их жертв, поскольку взаимоотношения между видами взаимообратимы. Исчезновение «жертвы» может привести к исчезновению «врага».

В таблице 2 показан характер направленности различных взаимодействий в пределах биотического сообщества, согласно Т.А. Акимовой, А.П. Кузьмина, В.В. Хаскина (2001 г.)

2. Классификация межвидовых отношений в зависимости от влияния численности каждого из видов пары на изменения численности другого*

Влияние первого вида на второй	Влияние второго вида на первый	Тип взаимодействия	Пример
0	0	Нейтрализм	Волк и капуста; синицы и мыши
–	0	Аменсализм	Ель и светолюбивая трава; грибы-продуценты антибиотиков и бактерии
+	0	Комменсализм	Лев и грифы-падалыцики; акула и рыбы-прилипалы; дуплистые деревья и птицы
–	–	Конкуренция	Овцы и кролики; песец и полярная сова; обитатели птичьих базаров
+	–	Ресурс-эксплуататор	Капуста и коза, антилопы и львы, животное-хозяин и глист-паразит
+	+	Мутуализм	Лишайник (гриб + водоросль); микоризы деревьев; корова и микрофлора рубца

* *Примечание:* Влияние отсутствует (0); влияние численности одного вида на другой: однонаправленное (+); противоположно направленное (-).

Особую группу составляют *антропогенные(антропические) факторы*, порожденные деятельностью человека, человеческого общества. Роль их год от года возрастает. Правильнее их называть антропическими. Различия между термином антропический и антропогенный факторы заключаются в том, что антропогенные факторы управляют процессами формирования человека и не имеют отношения к влиянию на другие организмы или среду. Часть их связана с хозяйственным изъятием природных ресурсов, нарушением естественных ландшафтов. Это вырубка лесов, распашка степей, осушение болот, промысел растений, рыб, птиц и зверей, замена природных комплексов сооружениями, коммуникациями, водохранилищами, свалками и пустырями. Другие антропогенные воздействия обусловлены загрязнением природной среды (в том числе и среды обитания человека) – воздуха, водоемов, земли побочными продуктами, отходами производства и потребления. Преобладающая часть антропогенных факторов, связанная с производством, с применением техники, машин, с влияниями промышленности, транспорта, строительства на природные экологические системы и окружающую человека среду, носит название *техногенных факторов*.

Все экологические факторы имеют единицы измерения и определенный диапазон действия. В рамках этого диапазона и осуществляется жизнедеятельность организмов и биосистем.

Действие комплекса факторов. В естественных условиях всегда действует сложный комплекс факторов. Крайне важным для реализации биологического потенциала организма, популяции необходимо оптимальное сочетание условий существования. Однако никогда не бывает, чтобы все жизненно важные факторы были одновременно представлены оптимальным уровнем. Поэтому *экологический оптимум* сочетания факторов отличается от оптимума какого-нибудь одного, пусть даже самого главного фактора. В природных условиях число экологических факторов и их сочетаний фактически неограниченно, однако можно выделить определенное число факторов, от которых зависят ответные реакции организмов. К таким факторам отно-

сятся ресурсы пищи, воды и тепла, от которых зависит большая часть (80%) параметров состояния популяции; в совокупности с ними то же значение имеют и наличие убежищ, плотность врагов или конкурентов, в совокупности определяющих до 95% параметров состояния. Взаимодействие факторов проявляется в расширении диапазона выживания организмов. С другой стороны, почти всегда можно выделить фактор, который сильнее других влияет на состояние организма или популяции.

Диаграмма выживания для одного фактора всегда изменяется под влиянием другого фактора. Недостаток одного жизненно важного фактора может не нивелируется достаточным количеством или избытком другого фактора. В этом проявляется действие *закона равнозначимости и незаменимости жизнеобеспечивающих факторов.*

Для каждого вида организмов существует *специфическое сочетание экологических факторов,* которое определяет *особое пространственное и функциональное положение представителей этого вида в составе биоценоза,* ***«рабочее место» в экосистеме, т.е. видовой экологической ниши.*** Понятие экологической ниши отражает весь комплекс связей организмов данного вида не только с абиотическими компонентами среды, но и между собой и с другими видами в сообществе. По сути, экологическая ниша - это комплексная характеристика различных сторон и условий жизни популяции или вида в реальной среде, содержащая обстоятельства не только места, но и времени, и поведения. Иногда понятие экологической ниши образно обозначают как «профессиональную» принадлежность вида в экономике природы.

Не следует путать понятия экологическая ниша и местообитания. ***Местообитание*** – это участок суши или водоема, занятый частью популяции вида и обладающий всеми необходимыми для их существования условиями (климат, рельеф, почва, пища и т.д.).

Выносливость, устойчивость, гомеостаз. *У* одних организмов при отклонении значений фактора от точки оптимума сразу же изменяется и функция отклика. Они как бы покорно

подчиняются ухудшению внешних условий. Так, с понижением температуры среды понижается температура деревьев и обмен веществ в них замедляется. Но при этом все время сохраняется способность восстановить экологическую потенцию при возвращении благоприятных условий. Такие организмы называют обычно *выносливыми,* или *толерантными.* К ним относятся растения и низшие животные, пассивно переносящие охлаждение, замерзание, высыхание, голод, дефицит кислорода и т.п. Крайние проявления такой способности, наблюдаемые вблизи границ или даже за пределами биоинтервала, связаны со специальными приспособлениями: с *гипобиозом* - глубоким замедлением жизнедеятельности, состоянием спячки у животных и *анабиозом* – полным, но обратимым замиранием всех жизненных процессов, как это имеет место у спор, семян и многих низших животных. Переход в эти состояния чрезвычайно расширяет возможность выживания организмов в самых неблагоприятных условиях.

Но во многих случаях нет полного подчинения функций организма изменениям среды, включаются различные механизмы защиты от неблагоприятных воздействий, сопротивления им или их активного избегания. Реакции защиты и сопротивления обеспечивают большую или меньшую *устойчивость,* или *резистентность (лат. resistere – сопротивляться)* организма по отношению к отклонениям от оптимума в какой-то части биоинтервала. Примерами высокой физиологической устойчивости служит постоянство температуры внутренних частей тела у птиц и млекопитающих при значительных изменениях температуры среды или постоянство солевого состава и осмотического давления крови у животных в среде с совершенно другими свойствами либо при больших колебаниях водно-солевого снабжения организма. В этом случае говорят о принципах гомеостаза на уровне организма. Гомеостаз поддерживается различными механизмами физиологической регуляции и поведения.

Выносливость и устойчивость (толерантность и резистентность) во многих случаях не альтернативны. В том или ином соотношении они встречаются у всех организмов, часто дополняя

друг друга. Одно и то же растение или животное может быть выносливо по отношению к одному фактору и устойчиво по отношению к другому. Но бывает и так, что исчерпавший ресурс устойчивости организм оказывается мало выносливым. Попавшая в ледяную воду теплокровная мышь быстро погибает, тогда как холоднокровный уж легко переносит такое охлаждение, лишь снижая свою подвижность.

При отклонениях факторов среды от оптимальных значений у многих организмов наблюдается опережающее реагирование - избегание неблагоприятных воздействий и активный поиск других более благоприятных условий и местообитаний – *гомеостатическое поведение.* Организм реагирует не только на величину отклонения, но и на темп нарастания угрозы. Эти реакции очень разнообразны: движения органов растений; целенаправленные перемещения в среде свободных клеток и животных; миграции, перелеты птиц, реакции группирования, создание и использование убежищ; наконец, у человека – технологическое кондиционирование среды. Подобные реакции обусловлены не только абиотическими факторами, на них существенно влияют взаимодействия с другими организмами.

Если поведение оказывается недостаточным для сохранения благоприятной экологической обстановки и гомеостаза, сопротивление негативным воздействиям среды достигается с помощью *физиологической регуляции.* Так, при повышении температуры и снижении влажности воздуха у растений происходит смыкание устьиц; тем самым, уменьшается потеря влаги листьями. Понижение концентрации кислорода в среде вызывает у животных усиление жаберной или легочной вентиляции и ускорение кровообращения. При низкой температуре у птиц и млекопитающих усиливается обмен веществ в мышцах и во внутренних органах, чем достигается увеличение теплообразования и поддержание постоянной температуры тела.

Факторы, определяющие условия жизни, в разном соотношении и количественном выражении присутствуют в различных средах, где существует жизнь.

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.*** Наземно-воздушная среда – самая сложная по экологическим условиям. Жизнь на суше потребовала таких приспособлений, которые оказались возможными лишь при достаточно высоком уровне организации растений и животных.

Четвертой специфической средой жизни стали сами ***живые организмы,*** каждый из которых представляет собой целый мир для населяющих его паразитов или симбионтов. Использование одними живыми организмами других в качестве среды обитания – очень древнее и широко распространенное в природе явление. Практически нет ни одного вида многоклеточных организмов, не имеющих внутренних обитателей. При этом паразитов больше всего среди микроорганизмов и относительно примитивных многоклеточных, а подверженность заражению паразитами наиболее высока у позвоночных животных и цветковых растений.

Приспособления к постоянно меняющимся – в течение суток, года, жизни – условиям жизни, или факторам среды, называются **адаптациями**. Адаптации проявляются на всех уровнях биологического спектра – от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем. Все адаптации выработаны исторически и в результате их сформировались специфические для каждой географической зоны, сообщества растений и животных.

Глава 3 ПОПУЛЯЦИИ, СТРУКТУРА И ДИНАМИКА

3.1. Понятие популяции в экологии

Организмы одного вида в природе всегда представлены не по отдельности, а определенным образом организованными совокупностями – *популяциями.*

Популяцию определяют как группу организмов одного вида, занимающую определенное пространство и функционирующую как часть биотического сообщества.

Популяции выделяются как относительно обособленные части отдельных видов, в пределах которых более вероятны скрещивания и передача информации, чем это возможно между различными популяциями данного вида. Важнейшим фактором обособления популяций внутри вида являются различия условий местообитания. Этот же признак лежит в основе выделения экосистем (биогеоценозов). Но если экосистемы – это реально существующие элементы (блоки) биосферы, то популяции в изолированном виде нигде не встречаются в природе. Они входят в состав экосистем и являются одним из элементов их структуры. Поэтому границы популяций часто, хотя далеко не всегда, совпадают с границами экосистем

С чисто биологических позиций, популяция является первой надорганизменной биологической системой. С экологических позиций, популяция – совокупность особей, которая является формой существования вида и обладает способностью самостоятельно развиваться неопределенно долгое время.

Основным свойством популяций, как и других биологических систем, является то, что они находятся в беспрерывном движении, постоянно изменяются. Это отражается на всех параметрах: продуктивности, устойчивости, структуре, распределении в пространстве. Популяциям присущи конкретные гене-

тические и экологические признаки, отражающие способность систем поддерживать существование в постоянно меняющихся условиях: рост, развитие, устойчивость.

На уровне популяций происходят основные адаптации, естественный отбор и эволюционные процессы. Чем больше разнообразных популяций внутри вида, тем сильнее проявляются и реализуются его приспособительные способности, освоение среды и, в конечном счете, возможности выживания.

Популяция обладает «*биологическими свойствами*», присущими как популяции, так и составляющим ее организмам, и «*групповыми свойствами*», присущими только группе в целом. ***Биологические свойства*** характеризуют жизненный цикл популяции: популяция, так же как и отдельный организм, растет, дифференцируется и поддерживает сама себя. Популяция имеет определенную организацию и структуру, которые можно описать.

В отличие от этого ***групповые свойства***, такие, как рождаемость, смертность, возрастная структура и генетическая приспособленность, могут характеризовать только популяцию в целом. Таким образом, особь рождается, стареет, умирает, но применительно к особи нельзя говорить о рождаемости, смертности, возрастной структуре – характеристиках, имеющих смысл только на групповом уровне.

Структура популяции, ее численность и динамика численности определяются экологической нишей данного вида и конкретно – соответствием условий местообитания (т.е. режима факторов среды) требованиям (т.е. толерантности) слагающих популяцию организмов.

3.2. Основные характеристики и свойства популяций

К основным параметрам популяции относятся численность и плотность популяции. **Численность** определяют как общее количество особей на данной территории или в данном объеме,

а **плотность** – количество особей или их биомасса на единицу площади биотопа или объема. От численности и плотности популяции во многом зависит выживаемость популяции. Дело в том, что при низкой плотности популяции происходит снижение частоты встречаемости разнополых особей, а значит и рождаемости, а также происходит снижение защиты популяции от неблагоприятных условий среды. При высокой плотности вступают в действие факторы конкуренции за питание, происходит нарушение поведенческих реакций организмов.

Численность живых организмов, населяющих ту или иную экосистему, не бывает постоянной, а всегда колеблется в более или менее широких пределах, что происходит в связи с изменениями условий среды. Обычно колебания численности неупорядоченны и зависят от случайного сочетания многих факторов, которые могут либо благоприятствовать численности, либо действовать как тормозящий фактор. Существует понятие **сопротивления среды**, которое определяется как совокупность факторов, лимитирующих рост численности популяции. Если сопротивление среды длительное время понижено, например благодаря благоприятным погодным и кормовым условиям, то у видов может наблюдаться быстрое размножение. Для разных видов существуют определенные амплитуды обычных колебаний численности. Для некоторых популяций (например, для мелких грызунов Субарктики) характерны относительно упорядоченные колебания численности с чередованием подъемов и спадов через определенные интервалы - от трех до десяти лет. Часто причиной такой цикличности являются взаимовлияния популяций хищника и жертвы.

При чрезмерной плотности популяции, перенаселенности ее территории, например, у мелких грызунов, наблюдаются признаки популяционного стресса и снижения жизнеспособности. Это выражается в более контрастном выделении доминантных и субдоминантных особей, проявлениях агрессии, поведенческой дискриминации части особей, снижении плодовитости, ослаблении иммунитета и резком повышении вероятности эпизоотии. У некоторых видов популяционный стресс сопровождается массовой миграцией и расселением членов популяции.

В природных условиях рост популяции рано или поздно прекращается из-за сопротивления среды, которое тем больше, чем больше численность популяции.

С другой стороны, численность не должна уменьшаться ниже критического предела, за которыми наступает отрицательные тенденции в функционировании и развитии популяции. Критическая численность зависит от других факторов. Например, для некоторых организмов специфичен групповой образ жизни (колонии, стаи, стада). Группы внутри популяции относительно обособлены. Могут иметь место такие случаи, когда численность популяции в целом еще достаточно велика, а численность отдельных групп уменьшена ниже критических пределов. В любой природной системе поддерживается та численность особей в популяциях, которая в наибольшей степени отвечает интересам *воспроизводства*. Режим численности зависит от постоянно действующих регулирующих экологических факторов. Эти закономерности поддерживают в природе относительную динамичную стабильность плотности популяции.

Существует определенный оптимум плотности популяции, который был сформулирован как принцип Олли (Allee, 1949), т.е. максимальной выживаемости соответствует оптимальная плотность популяции. Этот принцип связан с понятием «экологическая емкость» среды, или территории, которую можно представить в виде граничной или предельной возможности природной среды противостоять деградации под воздействием различных факторов, в т.ч. и воздействию хозяйственной деятельности. При проецировании действия этого принципа на общество и хозяйственную деятельность людей в рамках определенной территории его можно трактовать как способность природного комплекса или определенной эколого-экономической системы поддерживать необходимое социально-экологическое равновесие на соответствующей территории. При этом территория рассматривается с присущим ей природно-ресурсным потенциалом, с оценкой репродуктивного потенциала флоры и фауны а также с учетом имеющихся мощностей по оздоровлению окружающей среды.

В природе все подчиняется закономерности динамичного равновесия и в популяциях происходит постоянные колебания численности и плотности. **Динамика численности и плотности** определяется в основном рождаемостью, смертностью и процессами миграции, которые определяются как главные показатели, характеризующие динамику численности популяции в течение определенного периода: месяца, сезона, года и т.д. Различают абсолютную и удельную рождаемость. **Абсолютная рождаемость** – это количество новых особей, появившихся за единицу времени, а **удельная** – то же самое количество, но отнесенное к определенному числу особей. Рождаемость определяется многими факторами: условиями среды, наличием пищи, биологией вида (скорость полового созревания, количество генераций в течение сезона, соотношение самцов и самок в популяции). Рождаемость ограничивается физиологическими особенностями вида.

Смертность, как и рождаемость, бывает абсолютной (количество особей, погибших за определенное время), так и удельной. Она характеризует скорость снижения численности популяции от гибели из-за болезней, старости, хищников, недостатка корма, и играет главную роль в динамике численности популяции.

В экологии принято эти признаки делить на статические и динамические. К *статическим признакам* относят те, которые характеризуют состояние популяции в данный момент. К ним относятся численность, плотность и показатели структуры (половозрастной состав). *Динамические показатели* характеризуют процессы, протекающие в популяции за какой-то промежуток времени – это рождаемость, смертность и скорость роста популяции и в определенной мере миграционные процессы, хотя они существенной роли не играют.

В связи с динамикой численности выделяют **стабильные, растущие и сокращающиеся популяции, при этом ведущую** роль в регулировании этих показателей играют изменения условий среды, а также степень выраженности и проявления механизмов приспосабляемости к этим изменениям. В *стабильной*

популяции темпы рождаемости и смертности близки, сбалансированы. Они могут быть непостоянны, но плотность популяции незначительно отличается от какой-то средней величины. Ареал вида при этом ни увеличивается, ни уменьшается.

В растущей популяции рождаемость превышает смертность. Если смертность превышает рождаемость, то такая популяция считается *сокращающейся.* В естественной среде она сокращается до определенного предела, а затем рождаемость (плодовитость) вновь повышается и популяция из сокращающейся становится растущей.

Различают **периодические(закономерные) и непериодические (случайные) колебания численности популяций.** Случайные отклонения численности, вызываемое неожиданными, незакономерными факторами (стихийные бедствия, вспышки массового размножения некоторых вредителей, антропогенное воздействие и др.), обозначаемые термином ***флуктуация***, и периодические (закономерные) отклонения численности популяции от некоторого среднего ее состояния совершаются в течение сезона или нескольких лет, обозначаются термином ***осцилляция.***

Периодические и непериодические колебания численности популяций под влиянием биотических и абиотических факторов среды, свойственные всем популяциям, именуются популяционными волнами. При благоприятных условиях в популяциях наблюдается рост численности и он может быть столь стремительным, что приводит к популяционному взрыву. Совокупность всех факторов, способствующих росту численности называется биотическим потенциалом. Он достаточно высок для разных видов, но вероятность достижения популяцией предела численности в естественных условиях низка, так как этому противостоят лимитирующие (ограничивающие) факторы.

Состояние равновесия между биотическим потенциалом вида и сопротивлением среды, поддерживающее постоянство численности популяции получило название гомеостаза или динамического равновесия. При нарушении его происходят колебания численности популяции, т.е. ее изменения.

Популяция не может состоять из меньшего числа особей, чем необходимо для стабильного развития и устойчивости популяции к факторам внешней среды. В этом заключается принцип минимального размера популяций. Нежелательны любые отклонения параметров популяций от оптимальных, но если чрезмерно высокие значения их не представляют прямой опасности для существования вида, то снижение до минимального уровня, особенно численности популяции, представляют угрозу для вида.

Причины колебания численности можно свести, в основном, к следующим:

– достаточные запасы пищи и ее недостаток;

– конкуренция нескольких популяций из-за одной экологической ниши;

– взаимоотношения между популяциями хищника и жертвы, хозяина и паразита;

– внешние (абиотические) условия среды: гидротермический режим, освещенность, кислотность, аэрация и др.

Кроме экологических факторов, включаются внутренние (генетические и физиологические) механизмы регулирования численности популяций

Как целостная система популяция может быть устойчивой только при тесных контактах и взаимодействии особей друг с другом. Только стадом могут противостоять парнокопытные хищникам. Только в стае волки успешно охотятся. В лесных сообществах, как правило, подрост деревьев лучше растет в биогруппах (эффект группы), восстановление леса на нарушенных площадях лучше идет при обильном обсеменении и дружном появлении всходов деревьев. Животные держатся стадами, птицы и рыбы – стаями. В этом проявляется правило эмерджентности.

3.3. Структура популяций

Любая популяция обладает строго определенной структурой: *генетической, половозрастной, территориальной и* др.

Генетическая структура популяции определяется биологическим потенциалом вида, проявляющимся в его отдельных особях, а также биологическими законами наследственности и изменчивости под влиянием факторов среды.

Половая структура популяции – это соотношение в ней особей разного пола, которое определяется прежде всего генетическими факторами. Однако иногда соотношение полов определяется не генетическими, а физиологическими, гормональными факторами и условиями среды, действующими во время и после оплодотворения.

Наиболее важными для выживаемости популяции является ***возрастная структура*** популяций, под которой понимают соотношение особей (часто объединенных в группы) различных возрастов. Обычно наиболее жизнеспособными являются популяции, в которых все возраста представлены относительно равномерно. Такие популяции называют **нормальными**. Когда преобладают старческие особи, накапливается наличие отрицательных факторов в ее существовании, нарушающих воспроизводительные функции. Это – популяции **регрессивные**, или **вымирающие**.

Если в популяции преобладают молодые особи, то ее называют **внедряющиеся, или инвазионные.** Жизненность их обычно не вызывает опасений, но велика вероятность вспышек чрезмерно высокой численности особей, поскольку в таких популяциях не сформировались трофические и другие связи.

Территориальная, или пространственная структура популяции проявляется в распределении особей, которое может быть: *случайным*, *равномерным* (более регулярным, чем при случайном распределении) и *групповым* (нерегулярным и неслучайным). *Случайное распределение* наблюдается тогда, когда среда очень однородна, а организмы не стремятся объединиться в группы. *Равномерное распределение* встречается там, где между особями очень сильна конкуренция или существует антагонизм, способствующий равномерному распределению в пространстве. Чаще всего наблюдается образование различного рода *скоплений.* Однако если особи в популяции обладают

тенденцией образовывать группы определенной величины, то распределение самих *групп* может оказаться более близким к случайному или даже равномерному.

Объединение (агрегация) особей в группы может происходить по следующим причинам:

1) вследствие локальных различий в местообитаниях;

2) под влиянием суточных и сезонных изменений погодных условий;

3) в связи с процессами размножения;

4) в результате социального привлечения (у высших животных).

Агрегация может усиливать *конкуренцию* между особями за компоненты минерального питания, пищу или пространство, но это часто более чем уравновешивается повышением *жизнеспособности* группы, поскольку группа обладает большими возможностями для своей защиты, обнаружения ресурсов или изменения микроклимата.

Степень агрегации, так же как общая плотность, при которой наблюдается оптимальный рост и выживание популяции, варьирует у разных видов и в разных условиях; поэтому как «недонаселенность» (отсутствие агрегации), так и перенаселенность могут оказывать лимитирующее влияние. Это и есть так называемый *принцип Олли*.

Рассмотренные показатели структуры популяции важно учитывать при хозяйственной деятельности людей. Если популяция находится в *нормальном* или близком к нормальному состоянии, человек из нее может изымать то количество особей или биомассу (последний показатель обычно используется применительно к растительным сообществам), которая прирастает за промежуток времени между изъятиями. Ясно, что изыматься должны прежде всего особи послепродуктивного возраста (окончившие размножение). Если преследуется цель получения определенного продукта, то поправки на возраст, пол или другие характеристики популяций корректируются с учетом поставленной задачи.

Количество изымаемой продукции и способ ее изъятия сообразуется с биологическими особенностями популяций. На-

пример, у животных, ведущих групповой образ жизни, как отмечалось выше, нельзя уменьшать численность групп до такой степени, которая повлекла бы за собой потерю ими свойств оптимизации жизненных процессов.

3.4. Динамика популяций, гомеостаз

К числу важнейших свойств популяций относится динамика свойственной им численности особей и механизмы ее регулирования. Всякое значительное отклонение численности особей в популяциях от оптимальной связано с отрицательными последствиями для ее существования. В связи с этим, популяции обычно имеют адаптационные механизмы, способствующие как снижению численности, если она значительно превышает оптимальную, так и ее восстановлению, если она уменьшается ниже оптимальных значений.

Каждой популяции и виду в целом свойственен так называемый биотический потенциал, под которым понимают теоретически возможное потомство от одной пары особей при реализации способности организмов к биологически обусловленному размножению. Обычно биотический потенциал тем выше, чем ниже уровень организации организмов.

Однако биотический потенциал реализуется организмами со значительной степенью полноты только в отдельных случаях и в течение коротких промежутков времени. Например, если быстроразмножающиеся организмы (насекомые, микроорганизмы) осваивают какой-либо субстрат или среду, где нет конкурентов. Такие условия создаются, в частности, при освоении экскрементов крупных животных насекомыми, при размножении организмов в средах, богатых питательными веществами, например в загрязненных органическими или биогенными веществами водоемах и т. п. В этом случае увеличение численности идет по **j-образной кривой**. Такой тип роста носит название **экспоненциального**. Близкий к экспоненциальному тип роста характерен в настоящее время для популяции человека.

Он обусловлен прежде всего резким снижением смертности в детском возрасте. Для человека характерна кривая увеличения численности первого типа (рис. 2).



Рис. 2. Экспоненциальная (А) и логистическая (Б) кривые роста популяций

Для большинства же популяций и видов рост численности характеризуется кривой второго типа, которая отражает высокую смертность молодых особей или их зачатков (яйца, икринки, споры, семена и т. п.). При таком типе выживаемости (смертности) численность популяции обычно выражается ***s-образной кривой*** (рис. 2). Такая кривая носит название ***логистической***. Но и в этом случае периодические колебания численности особей значительны. Такие отклонения от средней численности имеют сезонный (как у многих насекомых), взрывной (как у некоторых грызунов - лемминги, белки) или сглаженный (как у крупных млекопитающих) характер. Численность при этом может существенно отличаться от средних значений: для насекомых – в 10^7–10^6 раз, для позвоночных животных, например, грызунов – в 10^5–10^6 раз.

Периоды резкого изменения численности носят названия ***«популяционных волн», «волн жизни», «волн численности»***. Причины таких колебаний до конца не ясны. В одних случаях

их связывают с пищевым фактором, в других – с погодными (климатическими) явлениями (например, для леммингов – с количеством тепла, приносимого Гольфстримом), в третьих – с солнечной активностью или комплексом взаимосвязанных факторов, что наиболее вероятно.

При колеблемости внешних условий приводятся в действие механизмы поддержания равновесия в состоянии популяции, которые обеспечиваются гомеостазом. **Гомеостаз** – состояние подвижного равновесия (или устойчивого неравновесия) системы, поддерживаемое сложными приспособительными реакциями входящих в нее живых организмов.

Динамика популяций обеспечивается биотическими факторами, которые называют ***регулирующими***. Они «работают» по принципу обратной отрицательной связи: чем значительнее численность, тем сильнее срабатывают механизмы, обусловливающие ее снижение, и, наоборот, при низкой численности сила этих механизмов ослабевает и создаются условия для более полной реализации биотического потенциала. Факторы такого типа лежат в основе ***популяционного гомеостаза***, обеспечивающего поддержание численности в определенных границах значений.

К числу регулирующих факторов относится, в частности, взаимоотношение организмов типа хищник-жертва. Высокая численность жертвы создает условия (пищевые) для размножения хищника. Последний, в свою очередь, увеличив численность, снижает количество жертвы. Численность обоих видов в результате этого носит синхронно-колебательный характер. **Регулирующие факторы, в отличие от модифицирующих, никогда не доводят численность популяций до нулевых значений вследствие того, что сила их действия уменьшается по мере уменьшения численности популяций.**

В целом, действие регулирующих факторов можно рассматривать на уровне межвидовых и внутривидовых (внутрипопуляционных) взаимоотношений организмов.

К ***межвидовым механизмам гомеостаза (регуляции)*** относятся отмеченные взаимоотношения типа «хищник – жертва». Так же действуют и взаимоотношения «паразит – хозя-

ин». При высокой численности создаются условия для увеличения количества паразитов и паразитарных заболеваний как ввиду скученности, так и вследствие ослабления организмов. К межвидовым механизмам относится и конкуренция, острота которой находится в прямой зависимости от численности организмов.

Конкуренция лежит и в основе ***внутрипопуляционного гомеостаза.*** Она здесь может проявляться, например, в явлениях так называемого самоизреживания фитоценозов. В результате этого, с одной стороны, освобождается пространство для остающихся более сильных особей, а с другой – ослабленные и погибающие особи выполняют положительную роль для сохранения популяции через включение в процессы круговорота, обогащение почвы минеральными веществами и гумусом.

Фактором гомеостаза также являются м**играции,** которые проявляются чаще всего в двух видах. Первый из них относится к массовому исходу особей из популяции при явлениях перенаселенности *(нашествия)*. Второй вид миграций характеризуется более постепенным (спокойным) уходом части особей в другие популяции с меньшей плотностью населения.

Гомеостаз более полно проявляется, если срабатывают все механизмы, лежащие в его основе. К примеру, не имеет места действие факторов, ослабляющих популяции (загрязнение, нарушение местообитаний и др.), не превышаются критические пределы численности и т. п.

В настоящее время такие нарушения гомеостатических механизмов вызываются чаще всего антропогенными факторами. В связи с этим одной из важнейших задач человека является исключение или резкое снижение действия подобных факторов.

Глава 4 КОНЦЕПЦИЯ ЭКОСИСТЕМЫ

4.1. Общее понятие и история термина «экосистема»

Популяция или часть популяции какого-либо вида растений или животных может входить в состав разных сообществ, где она сочетается с различными наборами представителей других видов. Многовидовые сообщества организмов в природе – биоценозы – образованы не случайным сочетанием видов, а таким их подбором, такими количественными соотношениями и такой пространственно-временной организацией, которые обеспечивают непрерывный круговорот веществ и четко распределенные потоки энергии.

Живые организмы и их неживое (*абиотическое*) окружение неразделимо связаны друг с другом и находятся в постоянном взаимодействии. Рассматривая совокупность этих взаимодействий и объектов в них участвующих с системной точки зрения как единое целое, в живой природе можно выделить множество различных биосистем, т.е. совокупностей групп живых органнизмов. Любая биосистема, включающая все совместно функционирующие организмы (*биотическое сообщество*) на данном участке и взаимодействующая с физической средой таким образом, что поток энергии создает четко определенные биотические структуры и круговорот веществ между живой и неживой частями, представляет собой экологическую систему, или *экосистему*.

Иными словами, совокупность совместно обитающих разных видов организмов и условий их существования, находящихся в устойчивой закономерной взаимосвязи друг с другом, называют ***экологической системой*** или ***экосистемой***.

Экосистема – основная функциональная единица в экологии, поскольку в нее входят и организмы, и неживая природа

– компоненты, взаимно влияющие на свойства друг друга и необходимые для поддержания жизни в той ее форме, которая существует на Земле. Если мы хотим перейти к целостному решению проблем, возникающих на уровне биомов и биосферы, то мы должны прежде всего изучать *экосистемный уровень организации*.

Примером экосистемы могут быть луг, лес, озеро и т. п. Важно отметить, что в любой биосистеме имеется ведущий средообразующий, т.е. эдификатор – компонент, представленный популяцией одного вида или популяциями нескольких видов. К примеру, лес можно охарактеризовать как географически организованную саморегулирующуюся совокупность популяций растительных и животных организмов, для которых ведущую средообразующую роль играет популяция древесных растений одного вида или совместно обитающие популяции нескольких видов». То же можно сказать и о других системах. Самой крупной на Земле экосистемой является биосфера.

Краткая история термина «экосистема». Термин «*экосистема*» впервые был предложен в 1935 г. английским экологом А. Тэнсли, хотя само представление об экосистеме возникло значительно раньше. Упоминание о единстве организмов и среды (а также человека и природы) можно найти в самых древних письменных памятниках истории. Но в системном виде экосистему стали рассматривать в конце прошлого века. Так, немецкий ученый Карл Мёбиус писал в 1877 г. о сообществе организмов на устричной банке как о «*биоценозе*», а в 1887 г. американский биолог С. Форбс опубликовал свой классический труд об озере как «*микрокосме*». Большой вклад в этот вопрос внесли русские и советские экологи. Так, известный ученый В.В. Докучаев (1846–1903) и его ученик Г.Ф. Морозов, специализировавшиеся в области лесной экологии, придавали большое значение представлению о «биоценозе» (рис. 3).

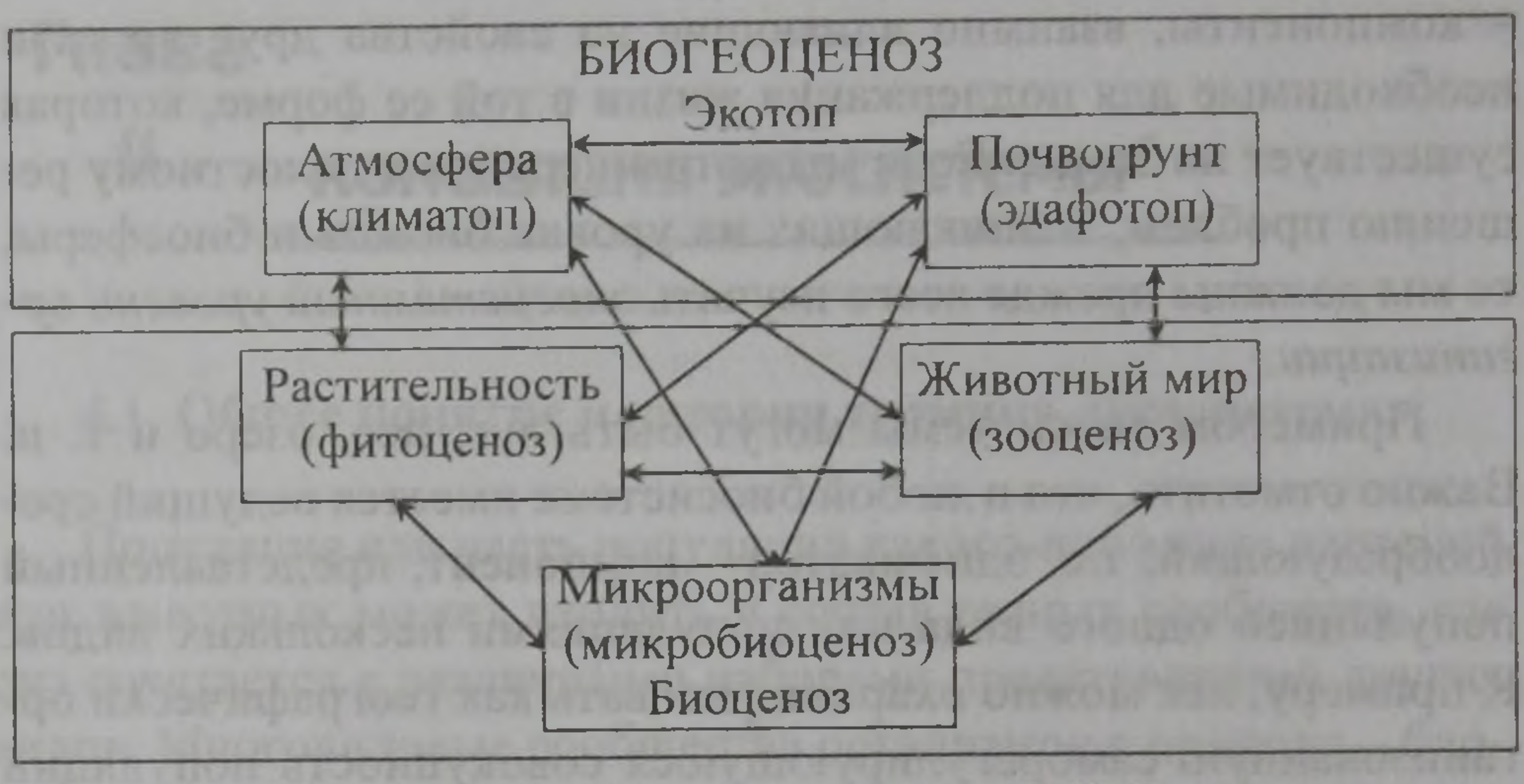


Рис. 3. Структура биогеоценоза по В.Н Сукачеву

Понятие «биоценоз» близкое или даже аналогичное понятию экосистемы. Соответственно наука, изучающая этот предмет, называется биоценологией.

Термин «биоценоз» *(греч. слов bios – жизнь и koinos – общий)* впервые был использован немецким зоологом XIX в. К. Мебиусом, который в книге «Устрицы и устричное хозяйство» целую главу назвал «Устричная банка как биологическое сообщество или биоценоз».

Знак равенства между понятиями экосистемы и биоценоза ставят многие специалисты. Так, по И.А. Шилову: «Биоценоз представляет собой эволюционно сложившуюся форму организации живого населения биосферы, многовидную биологическую (экологическую) систему. В ее состав входят представители разных таксонов, отличающихся по своим экологическим и физиологическим свойствам и связанных по многим формам биологических отношений как между собой, так и с окружающей их неорганической (абиотической) средой». При этом подчеркиваются целостность и способность к самоорганизации как принципиальные характеристики такой системы, устойчивые связи между популяциями , но не отдельными особями системы. Такие связи формируются в результате длительного совместного существования в составе сообщества. В итоге их закономерных взаимоотношений осуществляется глобальная

функция биоценотических систем - поддержание биогенного круговорота веществ.

Согласно определению академика В. Н. Сукачева, создателя учения о биогеоценозе, *биоценоз является исторически сложившейся группировкой живого населения биосферы, заселяющей общие места обитания, возникшей на основе биогенного круговорота и обеспечивающей его в конкретных природных условиях.*

Сейчас ряд экологов полагает, что понятия «экосистема» и «биоценоз» равнозначны. Однако между этими понятиями все же есть различия. Биоценоз – это только живое население, тогда как в экосистему, помимо биотической компоненты, входит и абиотическая, т. е. неживая. Четкую границу между биоценозом и экосистемой проводят В.Д Федоров и Т. Г. Гильманов. Согласно их определению, «биоценоз – это совокупность всех популяций биологических видов, принимающих существенное (постоянное или периодическое) участие в функционировании данной экосистемы. Они рассматривают биоценоз как часть экосистемы.

Иногда вместо термина «биоценоз» употребляют термин «сообщество организмов».

Говоря о биоценозе, обычно подчеркивают, что функционирование его осуществляется в определенных условиях среды и ограничивается определенным пространством, которое называют биотопом. Совокупность биоценоза и биотопа называют биогеоценозом.

По определению академика В.Н. Сукачева, создателя учения о биогеоценозе, биогеоценоз – совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющая свою особую специфику взаимодействия этих слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществами и энергией между собой и другими явлениями природы и представляющая собой внутренне противоречивое единство, находящееся в постоянном движении, развитии. Такое определение, по существу, идентично определению термина «экосистема».

Вопрос о соотношении экологии и биоценологии до сих пор окончательно не решен. В отличие от точки зрения об идентичности понятий «экосистема» и «биогеоценоз» и, соответственно, предмете этих наук, В. Д. Федоров и Т. Г. Гильманов, например, полагают, что биогеоценология не является отдельной областью научного знания, а представляет собой раздел общей экологии, который не должен ей противопоставляться.

Учитывая все изложенное, далее мы будем говорить об экосистеме как наиболее распространенном термине и о биоценозе, если речь будет идти о ее биотической компоненте.

Согласно представлениям Н.П. Наумова, биоценоз является исторически сложившейся группировкой живого населения биосферы, заселяющей общие места обитания, возникшей на основе биогенного круговорота и обеспечивающей его в конкретных природных условиях.

Сейчас ряд экологов полагает, что понятия «экосистема» и «биоценоз» равнозначны. Однако между этими понятиями все же есть различия. Биоценоз – это только живое население, тогда как в экосистему, помимо биотической компоненты, входит и абиотическая, т.е. неживая. Четкую границу между биоценозом и экосистемой проводят В.Д. Федоров и Т. Г. Гильманов. Согласно их определению, биоценоз – это совокупность всех популяций биологических видов, принимающих существенное (постоянное или периодическое) участие в функционировании данной экосистемы. Они рассматривают биоценоз как часть экосистемы.

Иногда вместо термина *«биоценоз»* употребляют термин *«сообщество организмов»*.

Говоря о биоценозе, обычно подчеркивают, что функционирование его осуществляется в определенных условиях среды и ограничивается определенным пространством, которое называют биотопом. **Совокупность биоценоза и биотопа называют биогеоценозом.** Этот термин является синонимом понятия экосистема.

Однако в литературе отмечалась недостаточность использования термина и понятия биоценоза для объяснения всех зако-

номерностей существования организмов без учета компонентов среды их обитания. В отечественной литературе по экологии осознание недостаточности биоценотического подхода при решении задач изучения и управления природными комплексами проявилось в разработке академиком В. Н. Сукачевым в 1944 г. учения о «*биогеоценозе*» как о системе двуединого характера. Им была выстроена схема биогеоценоза, в которой наряду с компонентами живых организмов были включены и компоненты неживой природы, названные им экотопом. В состав биоценоза были включены растения, животные и микроорганизмы, а в состав экотопа – атмосфера и почва.

Позже представление о биогеоценозе было расширено и *биогеоценоз* трактуется как совокупность на известном протяжении земной поверхности *однородных* природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющая специфику взаимодействий слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией между собой и с другими явлениями природы. Одно из важнейших свойств биогеоценоза – взаимосвязь и взаимозависимость всех его компонентов. Так, климат обусловливает состояние и режим почвенных факторов, создает среду обитания живых организмов. В свою очередь, почва в какой-то мере определяет климатические особенности (за счет окраски почвы меняется ее отражательная способность – альбедо), а также влияет на животных, растения и микроорганизмы. Все живые организмы теснейшим образом связаны между собой, являясь друг для друга либо источником пищи, либо средой обитания, либо факторами смертности.

Понятие «экосистема» и «биогеоценоз» близки друг к другу, но не являются синонимами. По определению А. Тэнсли, экосистемы – это безразмерные устойчивые системы живых и неживых компонентов, в которых совершается внешний и внутренний круговорот веществ и энергии.

Таким образом, экосистема – это и капля воды с ее микробным населением, и горшок с цветком, и космический пилотиру-

емый корабль, и индустриальный город. Под определение биогеоценоза они не подпадают, так как им не свойственны многие признаки этого определения. Экосистема может включать несколько биогеоценозов. Таким образом, понятие «экосистема» шире, чем «биогеоценоз», т.е. любой биогеоценоз является экологической системой, но не всякая экосистема может считаться биогеоценозом, причем биогеоценозы – это сугубо наземные образования, имеющие свои четкие границы.

После того, как, благодаря бурному развитию радиоэлектроники и компьютерной техники, была разработана общая теория систем, началось развитие нового, количественного направления – экологии экосистем. Вопрос о том, в какой мере экосистемы подчиняются законам функционирования целостных систем, например, таких, как хорошо изученных сейчас физических систем, и насколько экосистемы способны к самоорганизации, подобно организмам, до настоящего времени остается открытым, и изучение его продолжается.

4.2. Классификация экосистем

Существует несколько критериев классификации экосистем, основанных на наиболее существенных признаках для установления связи между ними: биомная, по размеру экосистем, по степени выраженности влияния человека и др.

Наиболее широко распространена *биомная* классификация, основанная на определенном типе растительности или ландшафта. Биом – крупная региональная биосистема, характеризующаяся каким-либо основным типом растительности или ландшафта. В ней различают наземные биомы, пресноводные, морские. Наземные биомы включают тундру (арктические и альпийские экосистемы), бореальные хвойные леса, листопадные леса умеренной зоны и т.д., совпадающие в определенной степени с зональностью природных условий территорий.

Пресноводные делятся на экосистемы стоячих вод, текучих вод, заболоченных территрий.

В группе морских экосистем различают открытый океан, воды континентального шельфа, районы апвеллинга, эстуарии, морское дно.

Экосистемы, как наземные, так и водные, не являются совершенно однородными структурами и в пространстве, и во времени.

Наземные экосистемы *многоярусны*, т.е. для них характерно вертикальное расслоение на разновысокие структурные части. В пределах каждого яруса наблюдается достаточно тесная взаимосвязь обитающих здесь растений, позвоночных и беспозвоночных животных. Горизонтальные структурные части наземных биогеоценозов называют *синузиями*. Горизонтальная неоднородность, например, лесного биогеоценоза, связана с особенностями мезо- и микрорельефа, а следовательно, с динамикой влажности, температуры. Участие разных видов в составе сообщества также неодинаково: одни виды преобладают, или *доминируют*, занимая ведущее положение; другие виды живут за счет доминантов и называются *предоминантами*. Кроме того, в биогеоценозе могут быть и так называемые ***эдификаторы***, которые не просто доминируют здесь, а играют роль «*образователей*» сообщества, определяя режим температуры, влажности, освещенности, специфику почвенно-грунтовых условий.

Все сказанное по поводу структуры экосистем касается и водных систем. Известно, что разные виды рыб и другие водные животные, а также растительные организмы обитают на разной глубине. Вместе с тем в строении водных и наземных экосистем есть существенная разница, проистекающая из специфики «образующей» среды – воды или воздуха.

Прежде всего, водоёмы подразделяются на две большие группы: стоячие водоёмы, или *лентическая среда*, к которым относятся озёра, пруды, болота; и проточные водоемы, или *лотическая среда*, куда входят реки и ручьи, т.е. текучие воды.

3. Продуктивность и биомасса экосистем материков и океанов земного шара (Уиттекер, 1980)

Экосистемы	Площадь млн км²	Растения				Потребление животными, млрд т/г	Продукция животных млрд т/год	Биомасса животных млрд т.
		Продукция		Биомасса				
		т/га в год	глобальная млрд т/год	т/га	глобальная млрд т.			
Континентов	149	7,73	115,0	123,0	123,0	7,8	0,909	1,005
Океана	361	1,52	55,0	0,1	3,9	20,2	3,045	0,997
Всего	510	3,33	170,0	3,6	1841	28,0	3,934	2,002
Возделываемые земли	14	6,50	9,1	10,0	14	0,09	0,009	0,006

Наземные и водные экосистемы существенно отличаются по продуктивности, что видно из таблицы 3.

Различают экосистемы и по величине, выделяя микросистемы (аквариум, космический корабль), мезосистемы (рукотворные пруды, крупные экспериментальные установки, теплицы), макросистемы (естественные экосистемы (лес, болото, река), мегасистемы, или мегасферу (биосфера).

По влиянию человека выделяют *естественные*, где влияние человека минимально (лес, поле, озеро); *антропогенные*, где влияние человека существенное (город, поселок, рудник); *искусственные*, т.е. те, которые полностью созданы человеком (космический корабль, теплица, лаборатории).

Классификация экосистем позволяет систематизировать и группировать признаки и свойства экосистем, на основе которых вырабатывать рациональные подходы и способы рационального использования и управления в процессе хозяйственной деятельности людей.

4.3. Состав и функциональная структура экосистемы

Современные представления об экосистеме исходят из того, что каждая экосистема имеет собственное материально-

энергетическое обеспечение и определенную функциональную структуру. В ней выделяют живую и косную части. Живая часть представлена несколькими группами организмов, каждая из которых выполняет определенную работу в круговороте веществ и связи между ними основываются на пищевых взаимоотношениях, что показано на рисунке 4.

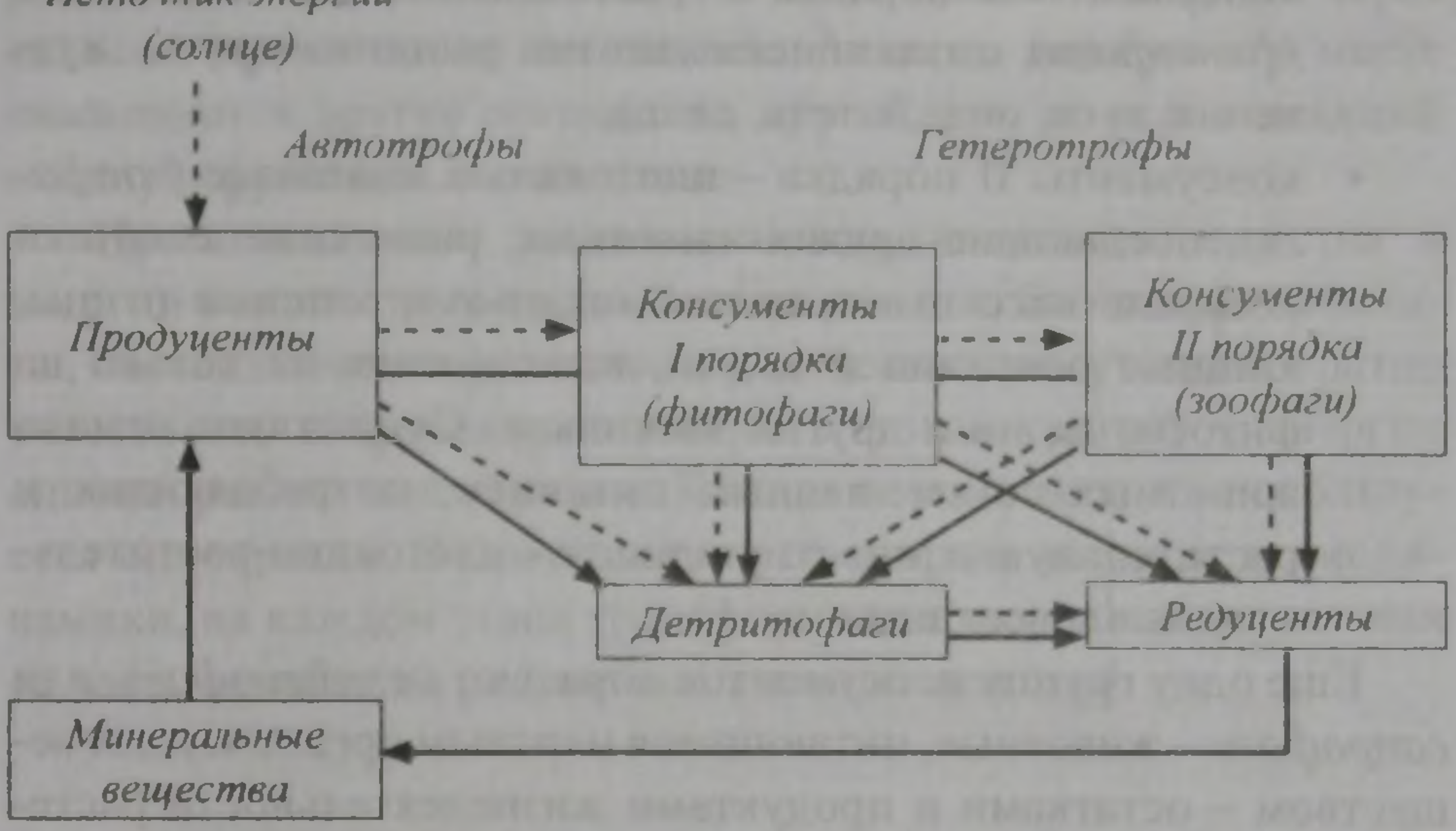


Рис. 4. Упрощенная схема переноса веществ и энергии в экосистеме

В живой части различают организмы разного способа питания: автотрофы, гетеротрофы, редуценты

Автотрофы (самопитающие организмы) – организмы, производящие органическое вещество своего тела из неорганических веществ в основном, из углекислого газа и воды в процессе фотосинтеза и хемосинтеза. Они полностью отвечают за образование всего нового органического вещества в экосистеме, т.е. являются первичными производителями продукции – ***продуцентами*** экосистем.

Гетеротрофы (питающиеся другими) – организмы, потребляющие готовое органическое вещество других организмов и продуктов их жизнедеятельности. Это все животные, грибы и большая часть бактерий.

В отличие от автотрофов-продуцентов гетеротрофы выступают как потребители и деструкторы (разрушители) органических веществ. В зависимости от источников питания и участия в деструкции они подразделяются на консументов и редуцентов.

Консументы – потребители органического вещества организмов, необходимого для их роста и жизнедеятельности.

К ним относятся:

- консументы I порядка – растительноядные животные *(фитофаги),* питающиеся живыми растениями (тля, кузнечик, гусь, овца, олень, слон);
- консументы II порядка – плотоядные животные *(зоофаги),* поедающие других животных, различные хищники (хищные насекомые, насекомоядные и хищные птицы, хищные рептилии и звери), нападающие не только на фитофагов, но и других хищников. Существует немало животных со смешанным питанием, потребляющих и растительную и животную пищу – плотоядно-растительноядные и всеядные.

Еще одну группу консументов образуют *детритофаги,* или *сапрофаги* – животные, питающиеся мертвым органическим веществом – остатками и продуктами жизнедеятельности растений и животных. Это различные черви, членистоногие (клещи, многоножки, личинки насекомых, жуки-копрофаги) и другие животные. Все они выполняют функцию очищения экосистем. Детритофаги участвуют в образовании почвы, торфа, донных отложений водоемов.

Редуценты, или сапротрофы(питающиеся гнилью) – бактерии и низшие грибы. Они завершают деструктивную работу консументов и сапрофагов, расщепляя сложные органические соединения до простых, пригодных для использования продуцентами, т.е. доводят разложение органики до ее полной минерализации и возвращая в среду экосистемы молекулярный азот, минеральные элементы и последние порции двуокиси углерода.

Все названные группы организмов в любой экосистеме тесно взаимодействуют между собой, согласуя потоки вещества и энергии. Их совместное функционирование не только под-

держивает структуру и целостность биоценоза, но и оказывает существенное влияние на абиотические компоненты биотопа, формируя и поддерживая экологическую среду экосистемы.

Никакая часть экосистемы не может существовать без другой. Если по какой-либо причине происходит нарушение структуры экосистемы, исчезает группа организмов, вид, то по закону цепных реакций может сильно измениться или даже разрушиться все сообщество. Но часто бывает и так, что через какое-то время после исчезновения одного вида на его месте оказываются другие организмы, другой вид, но выполняющий сходную функцию в экосистеме.

Принципиальное различие между потоками вещества и энергии в экосистеме заключается в том, что биогенные элементы, составляющие органическое вещество, могут многократно участвовать в круговороте веществ, тогда как поток энергии однонаправлен и необратим. Каждая порция энергии используется однократно. В соответствии со вторым законом термодинамики, на каждом этапе трансформации энергии значительная ее часть неизбежно рассеивается в виде теплоты.

4.4. Пищевые цепи, трофические уровни и энергетика экосистем

Отношения между компонентами живой части экосистемы основаны на пищевых *(трофических)* взаимоотношениях Прослеживая пищевые взаимоотношения между членами биоценоза («кто кого и сколько поедает»), можно построить пищевой ряд питания различных организмов, в которых идет передача энергии, заключенной в пище, по пищевым цепям. Примером длинной пищевой цепи может служить последовательность обитателей арктического моря: «микроводоросли (фитопланктон) → мелкие растительноядные ракообразные (зоопланктон) → плотоядные планктонофаги (черви, ракообразные, моллюски, иглокожие) → рыбы (возможны 2–3 звена последовательности хищных рыб) → тюлени → белый медведь». Цепи на-

земных экосистем обычно короче. Пищевая цепь, как правило, искусственно выделяется из реально существующей пищевой сети – сплетения многих цепей питания.

Среди гетеротрофов значительную часть составляют сапрофаги и сапрофиты, использующие энергию детрита, т.е. мертвых органических остатков. В связи с этим трофические цепи разделяют на **пастбищные**, или цепи выедания, первым звеном в которых являются фотосинтезирующие организмы, и **детритные** цепи разложения, начинающиеся с остатков отмерших растений, животных и экскриментов животных.

Благодаря определенной последовательности пищевых отношений различаются отдельные трофические уровни переноса веществ и энергии в экосистеме, связанные с питанием определенной группы организмов. Трофический уровень – это этапы превращения энергии в пищевой цепи. Продуценты занимают первый трофический уровень, консументы 1-го порядка – второй, консументы 2-го порядка – третий уровень и т.д.

Количественное измерение процесса передачи энергии, заключенной в пище, с одного трофического уровня на другой характеризует экологическая эффективность , которую можно определить как отношение величин энергетического потока в разных точках пищевой цепи. Экологическая эффективность – величина безразмерная и рассчитывается в долях или процентах. Экологическая эффективность превращения поглощенной продуцентами солнечной энергии в энергию химических связей составляет обычно 1–5%, превращение энергии от при переносе ее от продуцентлов к консументам 1-го порядка – 10%, для хищников – 10–20%. Основная часть энергии (80–90%) потрачена на дыхание, осуществление роста и поддержание структуры, деградировано в тепло, выделено с остатками неперевареннойпищи. Общее правило *переноса энергии по пищевым цепям* (как правило – 10%) заключается в следующем: *переход к каждому следующему звену уменьшает количество энергии примерно на порядок.*

Конечный итог потока лучистой энергии, прошедшего через пищевые цепи – рассеивание и потери энергии, которая должна возобновляться.

Поскольку при переходе с одного трофического уровня на другой часть энергии теряется, число консументов, которые могут прожить на данной территории, зависит от длины цепочки. Практическое следствие этого правила для людей состоит в том, что если в рационе людей увеличивается содержание мяса, то уменьшается число людей, которых можно будет прокормить. С этими закономерностями в определенной степени связано понятие экологической емкости территории.

Совокупности трофических уровней различных экосистем моделируются с помощью *трофических пирамид* (рис. 5). Пирамиды имеют вид прямоугольников в одном и том же масштабе, которые изображают количество энергии, продукции, биомасс или численности организмов на каждом трофическом уровне. Данные на рисунке 5 приведены в расчете на 4 га за год.

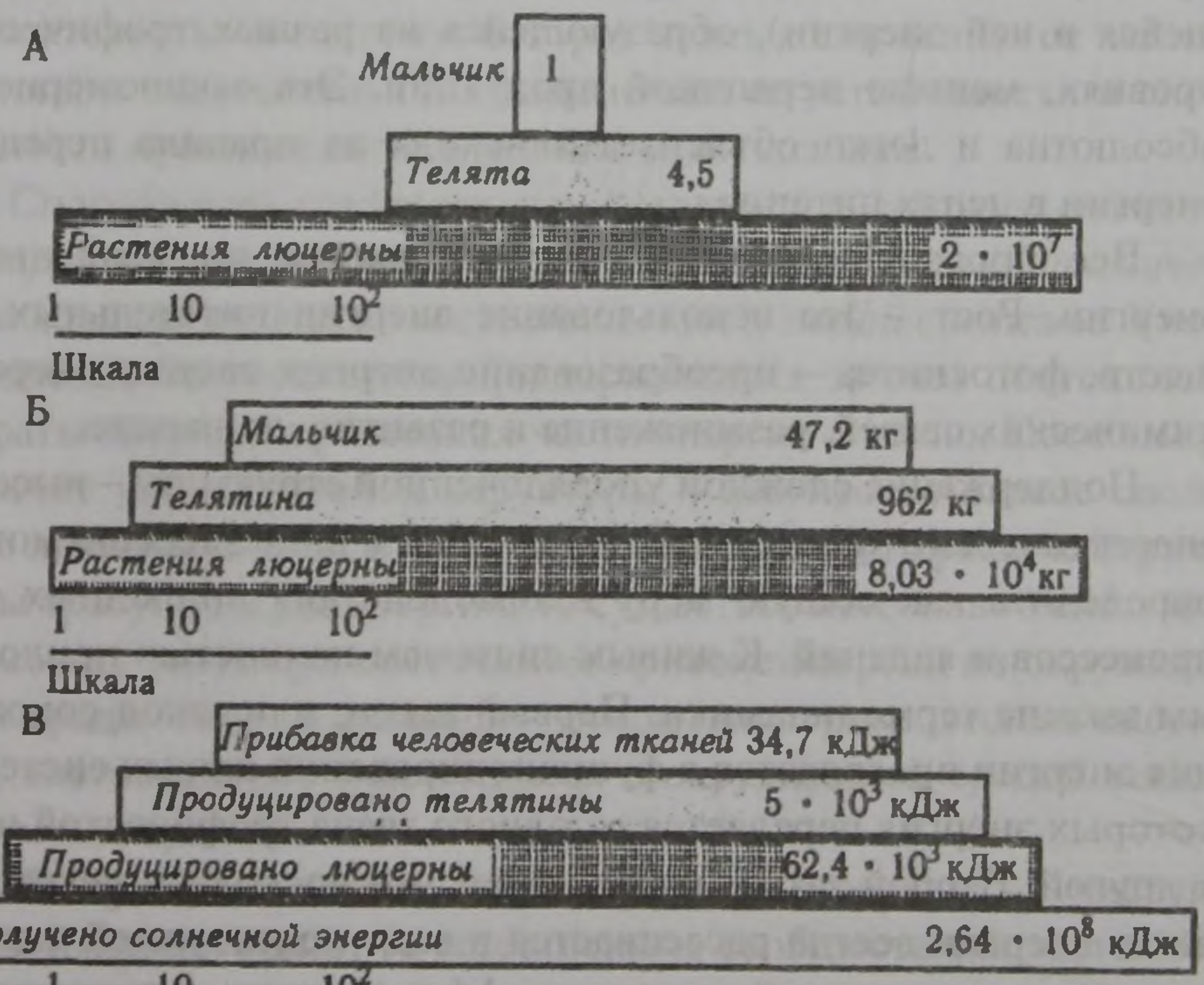


Рис. 5. Пример простой экологической пирамиды

Пирамида чисел, т.е. отображение числа особей на каждом из трофических уровней данной экосистемы (для пастбищных цепей) свидетельствует, что количество организмов, как правило, уменьшается от основания к вершине. Это правило не абсолютно и применимо в основном к цепям питания, не включающим редуценты.

Правило пирамид энергии можно сформулировать следующим образом: **количество энергии, содержащейся в организмах на любом последующем трофическом уровне цепи питания, меньше ее значений на предыдущем уровне**

Количество продукции, образующейся в единицу времени на разных трофических уровнях, подчиняется тому же правилу, которое характерно для энергии: на каждом последующем уровне количество продукции меньше, чем на предыдущем. Суммарное количество вторичной продукции (как и содержащейся в ней энергии), образующейся на разных трофических уровнях, меньше первичной продукции. Эта закономерность абсолютна и легко объясняется исходя из правила передачи энергии в цепях питания.

Все проявления жизни сопровождаются превращениями энергии. Рост – это использование энергии питательных веществ, фотосинтез – преобразование энергии света в энергию химических связей, размножение и развитие, движение.

Поддержание сложной упорядоченной структуры – высокоэнергетические процессы. В самом общем виде энергию можно определить как общую меру взаимодействия природных тел, процессов и явлений. К живым системам полностью приложимы законы термодинамики. Первый закон, или закон сохранения энергии проявляется в функционировании живых систем, в которых энергия передается от одного звена трофической цепи к другой. Второй закон постулирует, что поскольку некоторая часть энергии всегда рассеивается в виде недоступной для использования тепловой энергии, эффективность превращения энергии из одной формы в другую всегда меньше 100%. Мерой необратимого рассеивания энергии является **энтропия** *(греч. эн – внутрь, тропе – превращение)*. Последнюю можно характери-

зовать и через степень упорядоченности системы. Так, живые организмы и нормально функционирующие экосистемы характеризуются высокой степенью упорядоченности слагающих их элементов. Они сохраняют (поддерживают) определенный уровень энергии и тем самым противостоят энтропии. Мертвый организм характеризуется максимальной неупорядоченностью элементов (структур), в результате чего приходит в равновесие с окружающей его средой (температура его тела выравнивается с температурой среды, составляющие его химические элементы и соединения включаются в процессы круговорота и становятся частью среды). Это значит, что организм как система приходит в состояние полной неупорядоченности, максимальной энтропии. Показатель, противоположный энтропии, носит название *негэнтропии.* Чем выше организованность системы (упорядоченность), тем значительнее ее негэнтропия. Опасно любое вмешательство в систему, которое ведет к снижению ее негэнтропии, а следовательно, к изменению ее устойчивости и способности противостоять внешним возмущениям.

Способность создавать и поддерживать высокую степень внутренней упорядоченности – важнейшая термодинамическая характеристика экосистемы, как и любой системы. Упорядоченность экосистемы поддерживается за счет постоянной затраты энергии и рассеяния части энергии в тепло. Поскольку наличие упорядоченной структуры – это неотъемлемое свойство любой системы, в т.ч. и экосистемы, а поддержание структуры требует затрат энергии, то существование живой системы возможно лишь при постоянном притоке энергии из окружающей среды. Живые системы – открытые неравновесные системы, постоянно обменивающиеся с окружающей средой веществом и энергией.

Интересно отметить, что наибольшую валовую и чистую продуктивность дают те естественные сообщества, которые получают добавочную энергию из природных источников. Например, приливы и отливы в зоне эстуариев осуществляют перенос минеральных веществ, перемещение пищи и отходов; в тропическом лесу взаимодействие ветра, дождя и испарения влаги

создают перемешивание атмосферы, обеспечивая доступ CO_2 к местам фотосинтеза. Такой вспомогательный поток энергии называется *энергетической субсидией.* Энергетическая субсидия в экосистему уменьшает затраты на самоподдержание экосистемы и увеличивает ту долю энергии, которая может перейти в чистую продукцию. Энергетические субсидии в сельском хозяйстве в виде обработки почвы, внесения удобрений, пестицидов увеличивают продуктивность агроценозов и отношение чистой продукции к валовой.

Каким бы значительным ни был размер энергетических субсидий, главную и определяющую роль для поддержания жизни на Земле играет энергия Солнца.

4.5. Теория продуктивности экосистем

Итак, главный источник энергии для всего живого на Земле – излучение Солнца. Хотя продуценты поглощают не более 1–5% всей энергии, именно эта энергия поддерживает жизнь на планете. Закономерности превращения энергии, поглощаемой продуцентами в процессе фотосинтеза и запасаемой в биотическом компоненте экосистемы, можно проследить путем использования теории продуктивности. В экологии органическое вещество, создаваемое живыми организмами, называют продукцией, а способность создания органики, точнее, скорость образования органики – *продуктивностью*. Понятие продуктивности приложимо как к отдельной особи, так и к популяциям, и экосистеме в целом. Продуктивность измеряется образованием продукции в единицу времени (час, сутки, год) на единице площади (метры квадратные, гектар) или объема (в водных экосистемах) и характеризует продуктивность экосистем. Различают валовую и чистую, первичную и вторичную продуктивность.

Продукцию растений называют первичной, а продуктивность животных – вторичной.

Как в первичной, так и во вторичной продуктивности различают валовую и чистую. *Валовая продуктивность* – это ско-

рость образования органического вещества с учетом затрат на собственные нужды, а чистая продуктивность – скорость образования органического вещества за вычетом затрат на собственные нужды. Энергетические затраты на собственные нужды связаны с поддержанием метаболических процессов, называемые тратой на дыхание, а также (в меньшей мере) на построение тканей организма, часть выделяется с экскрементами.

Наряду с продукцией различают *биомассу организма, групп организмов или экосистем в целом*. Под ней понимают всю живую органическую массу, которая содержится в экосистеме или ее элементах вне зависимости от того, за какой период она образовалась и накопилась. Биомасса и продукция (продуктивность) обычно выражаются через абсолютно сухой вес.

Нетрудно понять, что величина биомассы экосистем или их звеньев во многом зависит не столько от их продуктивности, сколько от продолжительности жизни организмов и экосистем в целом. Например, большая биомасса характерна для лесных экосистем: в тропических лесах она достигает 800–1000 т/га, в лесах умеренной зоны – 300–400 т/га, а в травянистых сообществах обычно не выходит за пределы 3–5 т/га. В то же время лесные и травянистые (например, луговые) экосистемы в сходных условиях существования по продуктивности могут мало различаться или различаются в сторону большей продуктивности как лесных, так и травянистых сообществ.

Для экосистем, представленных однолетними организмами, их годичная продуктивность и биомасса практически совпадают. Для древесных сообществ они резко различаются.

Экологические параметры продуктивности. Продукция и биомасса экосистем – это не только ресурс, используемый в пищу или в качестве различных видов сырья (техническое, топливо и т. п.). От этих показателей в прямой зависимости находится средообразующая и средостабилизирующая роль экосистем. Так, с продуктивностью растений и их сообществ тесно связана интенсивность поглощения углекислого газа и выделения кислорода. Для образования 1 т растительной продукции (абсолютно сухой вес) обычно поглощается 1,5–1,8 т углекис-

лого газа и выделяется 1,2–1,4 т кислорода. Биомасса, в том числе и мертвое органическое вещество, является основным резервуаром концентрации углерода. На суше это практически единственный фактор вывода углекислого газа из процессов круговорота на длительное время. Часть этого органического вещества и вовсе исключается из круговорота или, как отмечал В. И. Вернадский, «уходит в геологию» (торф, уголь, нефть и т. п.).

В связи с тем, что дождевые тропические леса характеризуются максимальной продуктивностью (до 20–25 т/га/год) и биомассой (до 700–1000 т/га), их рассматривают как основные аккумуляторы углерода и обогащения атмосферы кислородом, называя «легкими планеты». В северных лесах, как известно, продуктивность (6–10 т/га/год) и биомасса (300–400 т/га) значительно ниже. Однако на этом основании северным лесам никак нельзя отводить менее значительную роль в положительном балансе кислорода и углекислоты. Наоборот, их роль в этом отношении часто более значительна.

Есть и другие экологические аспекты продуктивности и биомассы экосистем. В частности, чем больше биомасса, тем сильнее ее контакт с окружающей средой и тем значительнее такие средоохранные свойства, как очистка воздуха от пыли и химических агентов, регулирование влагооборотов, гашение шумовых воздействий и т. п.

4.6. Гомеостаз и открытость экосистем

Естественные экосистемы, например леса, степи, водоемы, существуют в течение длительного времени – десятков и даже сотен лет, т.е. обладают определенной *стабильностью* во времени и пространстве. Для поддержания стабильности системы необходима сбалансированность потоков веществ и энергии, процессов обмена веществ между организмами и окружающей их средой. Конечно, ни одна экосистема не бывает абсолютно стабильной, неподвижной: численность одних видов может увеличиваться, а других уменьшаться. Подобные процессы имеют

более или менее правильную периодичность и в целом не выводят систему из равновесия.

Состояние подвижно-стабильного равновесия экосистемы носит название ***гомеостаза***. Гомеостатичность – важнейшее условие существования любой экосистемы.

В естественном биогеоценозе гомеостаз поддерживается тем, что такая система *открыта*, то есть непрерывно получает энергию и вещество из окружающей среды. Поток энергии направлен вовнутрь системы. Часть поступающей солнечной энергии (не более 1%) преобразуется сообществом живых организмов экосистемы и переходит на качественно более высокую ступень,трансформируясь в органическое вещество, представляющее собой более концентрированную форму энергии, чем солнечный свет. Большая часть энергии деградирует, проходит через систему и покидает ее в виде низкокачественной тепловой энергии (тепловой сток), однако не теряется зря, поскольку эта энергия поддерживает температуру и приводит в действие систему погоды и круговорота воды, необходимые для жизни на Земле.

Существование систем немыслимо без ***связей***. Последние делят на ***прямые*** и ***обратные***. Прямой называют такую связь, при которой один элемент (*A*) действует на другой (*B*) без ответной реакции. Примером такой связи может быть действие древесного яруса леса на случайно выросшее под его пологом травянистое растение или действие солнца на земные процессы. При обратной связи элемент *B* отвечает на действие элемента *A*.

Обратные связи бывают положительными и отрицательными. И те и другие играют существенную роль в экологических процессах и явлениях.

Положительная обратная связь ведет к усилению процесса в одном направлении. Пример ее – заболачивание территории, например, после вырубки леса. Снятие лесного полога и уплотнение почвы обычно ведет к накоплению воды на ее поверхности. Это, в свою очередь, дает возможность поселяться здесь растениям-влагонакопителям, например сфагновым мхам, содержание воды в которых в 25–30 раз превышает вес

их тела. Процесс начинает действовать в одном направлении: увеличение увлажнения – обеднение кислородом – замедление разложения растительных остатков – накопление торфа – дальнейшее усиление заболачивания.

Отрицательная обратная связь действует таким образом, что в ответ на усиление действия элемента *A* увеличивается противоположная по направлению сила действия элемента *B*. Такая связь позволяет сохраняться системе в состоянии устойчивого динамического равновесия. Это наиболее распространенный и важный вид связей в природных системах. На них, прежде всего, базируется устойчивость и стабильность экосистем. Пример такой связи – взаимоотношение между хищником и его жертвой. Увеличение численности жертвы как кормового ресурса, например полевых мышей для лис, создает условия для размножения и увеличения численности последних. Они, в свою очередь, начинают более интенсивно уничтожать жертву и снижают ее численность. В целом численность хищника и жертвы синхронно колеблется в определенных границах.

Одно из отрицательных проявлений деятельности человека в природе связано с нарушением этих связей, что может привести к разрушению экосистем или переходу их в другое состояние. Например, умеренное загрязнение водной среды органическими и биогенными (необходимыми для жизнедеятельности организмов) веществами обычно сопровождается интенсификацией деятельности организмов, потребляющих эти вещества, результатом чего является самоочищение водоемов. Перегрузка же среды загрязняющими веществами на определенном этапе ведет к угнетению или уничтожению организмов-санитаров, переводу установившихся обратных связей в прямые, переходу системы на другой уровень. В результате неизбежным становится прогрессирующее загрязнение, обеднение водной среды кислородом и превращение чистых озерных или текущих вод в системы болотного типа.

Универсальное свойство экосистем – их **эмерджентность** *(англ. эмерджене – возникновение, появление нового)*, заключающееся в том, что при объединении компонентов в более круп-

ные единицы у этих новых единиц появляются новые свойства, отсутствующие на предыдущем уровне. Эти новые свойства нельзя предусмотреть или предсказать, исходя из свойств компонентов составляющих этот уровень или единицу. Например, одно дерево, как и редкий древостой, не составляет леса, поскольку не создает определенной среды (почвенной, гидрологической, метеорологической и т. д.) и свойственных лесу взаимосвязей различных звеньев, обусловливающих новое качество. Недоучет эмерджентности может приводить к крупным просчетам при вмешательстве человека в жизнь экосистем или при конструировании систем для выполнения определенных целей. Так, сельскохозяйственные поля (агроценозы) имеют низкий коэффициент эмерджентности и поэтому характеризуются крайне низкой способностью саморегулирования и устойчивости. В них вследствие бедности видового состава организмов крайне незначительны взаимосвязи, велика вероятность интенсивного размножения отдельных нежелательных видов (сорняков, вредителей).

Основным свойством нормально функционирующих природных экосистем является ***способность извлекать негэнтропию из внешней среды (солнечную энергию)*** и, тем самым, поддерживать свою высокую упорядоченность.

Одно из свойств экосистемы – *иерархическая соподчиненность элементов.* Так, элементарной единицей в экологии считают особь популяции, совокупность особей образует элементарную подсистему – популяцию, а совокупность популяций, выполняющих сходную функциональную роль в экосистеме, образует следующую подсистему – ассоциацию, или сообщество. Процессы, протекающие в экосистемах, являются общими для различных организмов- от бактерий до млекопитающих. Внешне разнородные признаки и свойства сообществ, присущие экосистемам разных типов, можно объединить в весьма однородные функции и связи между элементами. Все особи сообщества, будучи связаны с окружающей средой функциональной связью, извлекают из нее материальные вещества и обогащают среду продуктами жизнедеятельности. Для понимания

целостных свойств экосистем важно изучение связей между образующими ее элементами, определяющими функционирование экосистемы как единого целого. Любая экосистема, будучи открытой, получает и отдает энергию. Пределы изменений на входе и на выходе сильно варьируют и зависят от многих переменных, от размеров системы (чем она больше, тем меньше зависит от внешних частей), интенсивности обмена (чем он интенсивнее, тем больше приток и отток), сбалансированности автотрофных и гетеротрофных процессов (чем больше нарушено равновесие, тем больше должен быть приток извне для его восстановления), стадии и степени развития системы (молодые системы отличаются от зрелых).

Деятельность человека, если она превышает определенные пределы, ведет к снижению негэнтропии систем, а следовательно, уменьшает их способность поддерживать себя в устойчивом состоянии вплоть до перехода к полной неупорядоченности (максимальной энтропии) и гибели.

Видный американский эколог Б. Коммонер сделал удачную попытку обобщить системность экологии как науки в виде четырех законов. Эти законы в основе своей не новы, но впервые сформулированы в образной простой форме. Их соблюдение – обязательное условие любой экологически обусловленной деятельности человека в природе.

Первый закон Коммонера отражает по сути своей всеобщую связь процессов и явлений в природе и звучит так: ***«Все связано со всем».*** *Второй закон* базируется на положении сохранения вещества и энергии: ***«Все должно куда-то деваться».*** Какой бы ни была высокой труба завода, она не может выбрасывать отходы производства за пределы биосферы. В такой же мере загрязнители, попадающие в реки, в конечном счете оказываются в морях и океанах и с их продуктами возвращаются к человеку в виде своего рода «экологического бумеранга». *Третий закон* ориентирует на действия, согласующиеся с природными процессами, сотрудничество с природой, или коадаптацию *(лат. ко – с, вместе; адаптацио – приспособление),* вместо покорения человеком природы, подчинения ее своим целям: ***«Приро-***

да знает лучше». Сущность *четвертого закона* заключается в ориентации человека на то, что любое его действие в природе не остается бесследным, мнимая выгода часто оборачивается ущербом, а охрана природы и рациональное использование природных ресурсов немыслимы без определенных экономических затрат. Звучит этот закон так: ***«Ничто не дается даром».*** Дешевому природопользованию не должно быть места. Если не заплатим за него мы, то в многократном размере это должны будут сделать пришедшие нам на смену поколения.

4.7. Динамика и развитие экосистем. Сукцессии

В естественных условиях любая экосистема, стремясь к поддержанию гомеостаза, тем не менее, способна к изменению, к развитию, к переходу от более простых к более сложным формам. Эти изменения касаются, прежде всего, ее живого компонента – *биоты,* структурные части которой испытывает медленные, но постоянные изменения во времени. Они вызываются разными причинами. *Кратковременные* – погодными условиями и биотическими воздействиями; *сезонные* (особенно, в умеренных и высоких широтах) – большим годовым ходом температуры; *от года к году* – различными случайными сочетаниями абиотических и биотических факторов. Однако все эти колебания, как правило, более или менее регулярны и не выходят за границы устойчивости экосистемы – ее обычного размера, видового состава, биомассы, продуктивности, соответствующих географическим и климатическим условиям местности. Эта динамика может касаться как отдельных звеньев экосистем (организмов, популяций, трофических групп), так и системы в целом. Развитие экосистемы называют **экологической сукцессией** *(лат. сукцессио – преемственность, наследование),* которая проявляется в изменении во времени видовой структуры и биоценотических процессов. Простейший пример сукцессии – последовательное освоение грибами, бактериями, беспозвоночными упавшего в лесу дерева.

Различают *первичные* и *вторичные сукцессии экосистемы.*

Под ***первичной сукцессией*** обычно понимается сукцессия, развитие которой начинается на изначально безжизненном субстрате.

Сукцессия происходит в большей степени за счет конкуренции и других взаимодействий между популяциями, составляющими биоценоз, в меньшей степени – за счет изменений сообществом физической среды, когда существующая экосистема (сообщество) создает неблагоприятные условия для наполняющих ее организмов (почвоутомление, неполный круговорот веществ, самоотравление продуктами выделений или разложения и т. п.). Наряду с природными факторами, причинами динамики экосистем все чаще выступает человек. Например, к настоящему времени степи почти полностью распаханы (сохранились только на заповедных участках). Преобладающие площади лесов представлены переходными (временными) экосистемами из лиственных древесных пород (береза, осина, реже ива, ольха и др.). К сменам экосистем ведут также такие виды деятельности человека, как осушение болот, чрезмерные нагрузки на леса. Например, в результате отдыха населения (рекреации), химических загрязнений среды, усиленного выпаса скота, пожаров и т. п.

Антропогенные воздействия часто ведут к упрощению экосистем. Такие явления обычно называют *дигрессиями (лат. дигрессион – отклонение).*

Вторичные сукцессии отличаются от первичных тем, что они начинаются обычно не с нулевых значений, а возникают на месте нарушенных или разрушенных экосистем. Например, после вырубок лесов, лесных пожаров, при зарастании площадей, находившихся под сельскохозяйственными угодьями.

4.8. Стабильность и устойчивость экосистем

Всякие материальные системы, в том числе и экологические системы, характеризуются способностью поддерживать свое состояние при неблагоприятных для них воздействиях внешних факторов, называемы часто возмущениях. При всяком

возмущении экосистема стремиться снизить эффект этого возмущения, т.е. сохраняет свой status quo. Таким образом, экосистема поддерживает свое равновесное состояние. Это равновесие не следует понимать как статичное, поскольку компоненты экосистемы находятся друг с другом в постоянном взаимодействии - связаны друг с другом потоками вещества и энергии, а значит состояние ее компонентов изменяется в определенных пределах, не вызывающих губительных последствий для всех ее компонентов и функций. В этом случае говорят о ***динамическом равновесии*** – равновесии, в первую очередь, потоков вещества и энергии. Под ***экологическим равновесием*** экосистемы понимают такое состояние экосистемы, при котором состав и продуктивность биотической части в каждый момент времени сохраняется постоянным. При этом ведущую роль играет энергетика экосистемы, запас внутренней энергии в ней. Если экосистему вывести из состояния динамического равновесия, то она стремится вернуться к нему, используя при этом часть своей внутренней энергии и упорядоченности (структурной негэнтропии). Если резерва внутренней энергии и негэнтропии хватает, то система возвращается в состояние близкое к исходному, если нет, то она либо разрушается, либо переходит в новое состояние динамического равновесия, но на значительно более низком энергетическом уровне. Это соответствует процессу деградации экосистемы. Примером такой деградации является, например, уничтожение естественной растительности и распашка земель на значительных пространствах в зоне сухой степи. Это воздействие резко снижает запасы влаги в почве, способствует ветровой эрозии почв и экосистема переходит в новое состояние с более низкой по сравнению с естественными растительными биоценозами биологической продуктивностью. Степные экосистемы, если их не поддерживать экологическими субсидиями (внесением органических удобрений, использованием оросительной воды и др. агротехническими приемами). сменяются экосистемами пустынь. Некоторые ученые экологи считают, что именно так на месте саванны в Северной Африке примерно 10 тыс. лет назад образовалась пустыня Сахара. Примером деградации лесных экосистем является уничтожение

пожарами лесов в лесной зоне Дальнего Востока и сменой их вначале менее продуктивными лесами, а затем луговыми или кустарниковыми сообществами, и, в конце концов – разного рода пустырями и каменистыми россыпями.

Как и для более низких уровней организации живого вещества, для всякой экосистемы существуют пределы толерантности (устойчивости), причем, для различных экосистем эти пределы различны, т.е одни экосистемы долее толерантны, другие – менее. Пределы толерантности естественных экосистем определить достаточно трудно и между учеными пока нет единого мнения. Например, системы тундры, по мнению ряда ученых, относятся к наименее устойчивым и легко уязвимым для всякого воздействия. Другие, напротив, считают, что самыми неустойчивыми являются экосистемы влажных тропических лесов, а экосистемы тундры не менее устойчивы, чем экосистемы тайги и степи.

При этом важно иметь ввиду, что при оценке толерантности и способности экосистем к самовосстановлению равновесного состояния акцент должен быть прежде всего на воздействии антропогенного фактора, поскольку в природе существует равновесие, которое подчиняется законам природы, а человек, как правило, пренебрегает этими законами или по незнанию, или по недомыслию в вопросах важности учета действия объективных природных законов при любом вмешательстве в природу.

Крайне важно решить проблемы толерантности экологических систем в ближайшее время, иначе под мощным антропогенным воздействием окажутся как раз наиболее уязвимые экосистемы. Проблема эта усложняется тем, что разные экосистемы оказываются в разной степени устойчивыми по отношению к разрушающим факторам. Например, колея от трактора на склоне в зоне тайги через 50 лет зарастет и исчезнет, а вот такая же колея в зоне тундры через 50 лет превратится в овраг глубиной до 20–30 м и шириной до 10–20 м. Такая же ситуация в тропических лесах. Известно, что тропические леса при всей пышности и многовидовом разнообразии их растительности характеризуются особым режимом усвоения и использования питательных веществ из почв, когда биофильные питательные элементы не успевают накапливаться в почве, поскольку

при завершении жизненного цикла одних растений питательные вещества, высвобождающиеся в процессе разложения отмерших организмов, тут же подхватываются вегетирующими растениями. Поэтому при уничтожении растительности по тем или иным причинам почва остается весьма малоплодородной и восстановление тропического леса практически невозможно. Значит, можно говорить о крайней неустойчивости экосистем дождевых тропических лесов.

При рассмотрении понятий «**стабильность**» и «**устойчивость**» в экологии обычно считают их синонимами. Под ними понимается способность экосистем сохранять свою структуру и функциональные свойства при воздействии внешних факторов.

Видимо,более целесообразно, разграничивать эти термины, трактуя «**стабильность**» в соответствии с вышеуказанным определением, а «**устойчивость**» как способность экосистемы возвращаться в исходное (или близкое к нему) состояние после воздействия факторов, выводящих ее из равновесия. Считается, что для более полной характеристики реакции экосистем на внешние факторы целесообразно пользоваться в дополнение к названным еще двумя терминами: *«упругость», «пластичность», емкость экосистемы.*

Упругая система способна воспринимать значительные воздействия, не изменяя существенно своей структуры и свойств. Но при определенных (за пределами пороговых значений) воздействиях такая система обычно разрушается или переходит в новое качество.

Пластичная система под влиянием этих воздействий как бы «прогибается»,а затем при прекращении или уменьшении силы воздействия относительно быстро возвращается в исходное или близкое к исходному состояние.

Емкость экосистемы – способность ее абсорбировать без изменения своего состояния чужеродные воздействия внешних факторов (посторонние вещества, избыточную энергию и др.)

Одно из свойств экосистемы, с которым связана устойчивость экосистем, иерархическая соподчиненность элементов. Так, элементарной единицей в экологии считают особь популяции, совокупность особей образует элементарную подсистему

– популяцию, а совокупность популяций, выполняющих сходную функциональную роль в экосистеме, образует следующую подсистему – ассоциацию, или сообщество. Для понимания целостных свойств экосистем важно изучение связей между образующими ее элементами, определяющих функционирование экосистемы как единого целого. Любая экосистема, будучи открытой, получает и отдает энергию. Пределы изменений на входе и на выходе сильно варьируют и зависят от многих переменных: от размеров системы (чем она больше, тем меньше зависит от внешних частей), от интенсивности обмена (чем он интенсивнее, тем больше приток и отток), от сбалансированности автотрофных и гетеротрофных процессов (чем больше нарушено равновесие, тем больше должен быть приток извне для его восстановления), от стадии и степени развития системы (молодые системы отличаются от зрелых).

Состояние экосистемы обобщенно можно охарактеризовать рядом показателей, связанных с ее реакцией на воздействие внешних факторов, включая человеческую деятельность: возмущения, загрязнение, аномалии.

Возмущения – это временные случайные или периодические (циклические) обратимые изменения параметров экосистемы, не приводящие к изменению ее состояния (эволюции, разрушению). Кумулятивный эффект накопленных регулярных возмущений может привести к изменению экосистемы и переходу ее в иное состояние и появление в ней аномалий.

Загрязнение экосистемы – накопление в ней посторонних (поступающих извне или генерируемых самой экосистемой самозагрязнений), примесей в количествах, превышающих природную (врожденную) способность к самоочищению от примесей (ассимиляции или инактивации).

Аномалии в экосистеме – устойчивые количественные отклонения от фоновых параметров состояния экосистемы, связанные с местными особенностями и свойствами окружающей среды.

Глава 5

БИОСФЕРА КАК КРУПНЕЙШАЯ ЭКОСИСТЕМА ЗЕМЛИ

5.1. Общая характеристика биосферы

На уровне современных познаний в развитии Вселенной главнейшей и уникальной особенностью планеты Земля является существование на ней жизни. Научные данные свидетельствуют, что такая форма жизни, как на Земле (единственная известная форма) развилась и существует благодаря объединению ряда благоприятных астрономических факторов: например, постоянство светимости нашей звезды – Солнца, что заметно не изменялось на протяжении 4,5 млрд лет существования Земли, а также большая масса Земли, которая оказалась способной удержать вокруг себя довольно плотную атмосферу, и, как следствие, снижение температуры поверхности планеты с последующим накоплением большого количества воды на Земле и т.д.

Областью жизни на Земле, пространство на поверхности земного шара, в котором обитают живые существа является крупнейшая экосистема – ***биосфера.***

Термин «биосфера» был введен в 1875 г. австрийским геологом Э. Зюссом, который рассматривал биосферу главным образом как пространство, заполненное жизнью. Следует сказать что, использование термина в его книге о происхождении Альп не сыграло сколько-нибудь заметную роль в развитии научной мысли.

Только много позже трудами великого русского ученого академика В.И. Вернадского было создано учение о биосфере, в котором он сформулировал основные принципы биосферы, была раскрыта громадная роль живого вещества как ведущего агента преобразования всей земной поверхности и приповерхностных слоев Земли. Классический труд В.И. Вернадского «Биосфера» опубликован в 1926 г.

В.И. Вернадский впервые выдвинул тезис о роли «живого вещества», т. е. биоты, в формировании и поддержании основных физико-химических свойств оболочек Земли. Основываясь на научных достижениях того времени, он подчеркивал, что биосфера это не только пространство, где обитают живые организмы, но и зона влияния последних, результат совокупной химической активности в прошлом и настоящем.

По В.И. Вернадскому, биосфера представляет собой уникальную геологическую оболочку земного шара, глобальную систему Земли, в которой геохимические и энергетические превращения определяются суммарной активностью живых организмов. Он выделяет три главные составляющие биосферы: газовую (атмосферу), водную (гидросферу) и каменную (литосферу), а также «живое вещество» – в противоположность неживому (косному) веществу. Им выделен также еще один вид вещества – биокосное вещество -- продукт взаимодействия живого и косного вещества, например, океанические воды, почва, нефть и т. д.

В.И. Вернадский различал также биогенное вещество – геологические породы, созданные благодаря жизнедеятельности организмов: каменный уголь, известняк и др. Устойчивость биосферы обеспечивается многообразием форм жизни и многофункциональностью живых существ, которые поддерживают круговорот веществ и энергии. Человечество является неотъемлемой частью биосферы и не может не зависеть от нее «ни на одну минуту», как утверждал ученый.

С учетом энергетических процессов в функционировании биосферы и громадной роли живого вещества ***биосферу*** можно определить как ***сложную динамичную систему, осуществляющую улавливание, накопление, и перенос энергии путем обмена веществом между живым веществом и окружающей средой.***

Несколько подробнее остановимся на основных составляющих биосферы: гидросфере, атмосфере, литосфере и живом веществе (биоте).

Под ***гидросферой*** понимают Мировой океан, континентальные и подземные воды, болотные воды и т.д.

Земная поверхность на значительном протяжении покрыта водой. Океаны занимают 71%, около 5% составляют континентальные (внутренние) водоемы.

Широко известна гипотеза о происхождении жизни именно в водах Мирового океана, содержащих в растворенной, доступной для биоты, форме вещества, необходимые для жизни. Уникальные физико-химические свойства воды позволяют живым организмам не только питаться, но и поддерживать осмотическое давление внутри клеток, приспосабливаться к изменениям температуры и давления, свободно передвигаться. Жизнь встречается в гидросфере на разных глубинах. Можно лишь удивляться тем приспособлениям, которые позволяют живым существам, обитающим в глубоководных океанических впадинах, выдерживать давления более 100 атм. Если раньше пределом расселения организмов по вертикали считали 11 км, сейчас появляются все новые и новые сообщения о том, что эта величина не является ограничением.

Разнообразие условий и физико-химические особенности воды обусловили развитие специфических приспособлений к водной жизни у гидробионтов: от водорослей, бактерий и простейших до высших водных млекопитающих.

Газовая оболочка Земли – ***атмосфера*** –существенно отличается от всех известных науке газовых оболочек других небесных тел. Она относится к азотно-кислородному типу и отличается малым содержанием инертных газов (за исключением аргона) и молекулярного водорода. В течение геологической истории Земли произошли события, изменившие первоначальный состав ее газовый оболочки, что связывают с деятельностью живых организмов, прежде всего фотосинтезирующих (растений).

В атмосфере выделяют несколько слоев в вертикальном направлении: тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу, или ионосферу и экзосферу. Это деление связано в основном с различиями в температуре и плотности, а также в степени влияния на жизненные процессы на Земле. *Тропосфера* – приземной слой, высота которой от 8-10 км в полярных широтах ло 16–18

км у экватора, что связано с физической формой Земли (Земля – эллипсоид). Эта часть хорошо перемешана из-за конвекции, поэтому по составу относительно однородна. Это зона активной жизни. Температура в тропосфере убывает с высотой и на границе со стратосферой и составляет – 50–55^{0}С. Выше залегает *стратосфера* с протяженностью до высоты над поверхностью Земли 50–55 км. В подошве этого слоя располагается слой озона - газа, защищающего Землю от жесткого ультрафиолетового излучений Солнца. Образуется он вследствие фотодиссоциации молекул кислорода под влиянием коротковолнового ультрафиолетового излучения с длиной волны до 230 нм. Наибольшая его концентрация находится на высоте 20–25 км от земной поверхности. В стратосфере температура начинает повышаться и на уровне стратопаузы (между стратосферой и мезосферой) доходит до 0^0 С. *Ионосфера*. простирающаяся до высоты около 1000 км, ввиду высокой ионизации газов играет важную роль в распространении радиоволн, являясь своеобразным зеркалом для них. Температура здесь очень высокая и достигает 800–1500^{0}С. Самый верхний слой – *экзосфера*, располагающийся до высоты 1500–3000 км. Это область крайне высокой разреженности газов за счет фотодиссоциации, вследствие чего молекулы имеют очень большой пробег и, наращивая высокую скорость, могут покидать Землю. Это относится к наиболее легким химическим элементам – водороду и гелию. Влияние на процессы, происходящие на Земле этот слой практически не имеет.

Вследствие фотодиссоциации часть кислорода превращается в озон; озоновый слой находится на высоте 10–100 км, а максимальная его концентрация отмечена на высоте примерно 20 км. Озоновый слой имеет большое значение как структура, защищающая Землю от жесткого ультрафиолетового излучения. Высокое содержание кислорода в земной атмосфере (около 21%) определило ряд особенностей «земной «жизни: способ дыхания и пути метаболизма организмов. Наземные формы существ приспособились к более низкой по сравнению с водной средой плотности воздуха. Жизнь на суше сосредоточена около поверхности Земли и проникает в толщу

атмосферы примерно на 50–70 м (кроны деревьев тропических лесов). Характерна сильная зависимость от климатических и ландшафтных факторов.

Наземные растения представляют собой жизненную форму, как бы пограничную между атмосферой и литосферой.

Атмосфера – самая маленькая из геологических резервуаров Земли, именно этот факт делает атмосферу весьма чувствительной к загрязнению. Даже внесение небольших количеств веществ может привести к значительным изменениям ее состояния.

«Каменная оболочка» Земли – ***литосфера*** – это верхняя часть земной коры. В контексте биосферы под литосферой обычно понимают только поверхностную ее часть- почву.

Физические свойства почвы позволяют считать ее неживую часть полидисперсной трехфазной системой, состоящей из твердой (минеральной частицы), жидкой (почвенная влага) и газообразный фаз. Химические особенности почвы зависят от минерального и органического состава.

Комплекс физико-химических свойств почвы, а также водно-воздушных условий, в том числе наличие доступной для живых организмов влаги (ввиду пористости и наличия капилляров) определяет возможность ее заселения живыми организмами и состав почвенной флоры и фауны.

Вода в почве (почвенная влага) может находиться в трех состояниях: гравитационном, капиллярном и прочносвязанном (гигроскопическом). Гравитационная вода находится в относительно крупных порах и хорошо доступна для корневой системы растений. Она попадает в почву с атмосферными осадками и представляет собой раствор с большим диапазоном pH (реакции среды) и свойствами, зависящими от состава растворенных веществ. Капиллярная вода находится в порах малого размера, она образует «влажный горизонт почвы», подающий воду растениям снизу. Прочносвязанная вода недоступна для растений. Эта вода удерживается на поверхности частиц, образуя пленки в силу электростатического притяжения молекул воды (молекула воды является диполем).

Воздух, заполняющий поры между частицами, непрерывно попадает в почву из атмосферы путем диффузии по градиенту давления. Состав газообразной фазы близок к атмосферному воздуху, но поверхностный слой почвы богат диоксидом углерода, который выделяется вследствие жизнедеятельности биоты.

Органическое вещество почвы образуется вследствие разложения мертвых организмов и отмерших растений, а также попадает в почву из наземных экосистем. Органические вещества в почве представлены углеводами, белками, жирами, а также лигнином, клетчаткой, смолами и другими продуктами, образующими при разложении животных и растений. В результате полимеризации ряда органических веществ образуется ***гумус,*** находящийся в верхнем горизонте почвы (горизонт А1), называемом ***гумусовым.*** Гумус медленно разлагается и накапливается в почве, способствуя процессу почвообразования. Входящие в состав гумуса гуминовые кислоты улучшают физико-химические свойства почвы и делают ее более плодородной. Нижележащий горизонт (A_2) обеднен органическим веществом и кислородом и является менее населенным по сравнению с гумусовым горизонтом.

Биосфера, как и все виды и типы иерархически нижестоящих экосистем, является открытой системой. Источником энергии для прохождения всех процессов в биосфере является солнечная энергия. В связи с этим, биосферу определяют как сложную динамичную систему, осуществляющую улавливание, накопление и перенос энергии путем обмена веществ между живым веществом и окружающей средой.

Живое вещество, или живые организмы, формируют биомассу биосферы, которая согласно последним оценкам, составляет 2–3 трлн т. Это по сравнению с основными сферами земли очень малая величина. Она например, в 1000 раз меньшая массы тропосферы, в 10 раз – массы земной коры и в миллиард – массы Земли. Однако живое вещество отличается от неживого очень высокой активностью, в частности, очень быстрым круговоротом веществ. Все живое вещество атмосферы обновляется

в среднем за восемь лет. Биомасса мирового океана восстановляется за 33 дня, его фитомасса каждый день, фитомасса суши – приблизительно за 14 лет из за большей продолжительности жизни наземных растений. Следует учесть, что жизнедеятельность животных, растений и микроорганизмов сопровождается непрерывным обменом веществ между организмами и средой, в следствии чего все химические элементы земной коры, атмосферы и гидросферы многоразово входили в состав тех или иных организмов. Подсчитано, что вся вода планеты проходит цикл расщепления в растительных клетках и восстановления в растительных и животных организмах, то есть обновляется биосферой приблизительно за 2 млн лет. Образно выражаясь, мы дышим воздухом, которым дышали динозавры, и пьем воду, которая входила в состав тканей юрских папоротников и кембрийских трилобитов.

Живые организмы играют огромную роль в аккумуляции солнечной энергии. Например, залежи каменного угля – это не что иное, как солнечная энергия, накопленная зелеными растениями минувших геологических эпох. Так же можно опредилить и природу многих минералов, в частности карбоната кальция, который образует огромные массы известняков и почти на 100% имеет биогенное происхождение. Важную роль живые организмы играют в накоплении многих металлов, таких как железо, медь, марганец. Большое значение для биосферы и хозяйственной деятельности человека имеет круговорот азота, серы, фосфора и других элементов. Установлено что любой растворимый, но не летучий элемент может совершать круговорот только через биосферу. Живые организмы накапливают некоторые элементы в своих тканях, а водные жители, кроме того, увеличивают их содержание и в своей среде жизни, т.е. в воде (например, такие элементы, как молибден, кобальт, никель находятся в водной среде в значительно большем количестве нежели на суше).

Биосфера охватывает весь земной шар, однако она не беспредельна, поскольку границы ее определяются распространением жизни. В.И. Вернадский отмечал, что границы биосферы

обусловлены прежде всего полем, где возможно размножение организмов. Верхней границей биосферы принято считать высоту залегания озонового слоя, хотя в основном область распространения живых оргнаизмов ограничена в основном тропосферой. Выше жизнь возможна в виде состояния анабиоза живых организмов. Нижняя граница на континентах определяется глубиной 3–4 км, областью, где прекращается миграция химических элементов. Под океанами литосферный предел биосферы ограничивается, видимо глубиной 1–3 км ниже дна. В воде океанов жизнь распространяется до максимальных глубин – до 11022 м (Марианский желоб в Тихом океане).

5.2. Эволюция биосферы

Большинство утверждений и заключений, касающихся возникновения и эволюции биосферы, носит гипотетический характер. И понятно, что это – предположительные суждения о различных стадиях процесса эволюции, которые базируются на современных познаниях физических, химических, биохимических и других законов и не противоречат им, но которые невозможно полностью, а иногда даже и частично подтвердить экспериментально.

Все эволюционные теории, начиная с той, которая была начата Ч. Дарвином, базируются на представлении о развитии от простого к сложному. Исследования эволюции любых систем в различных сферах и областях подтверждают это положение.

Совершенно очевидно, что эволюцию биосферы можно рассматривать прежде всего как эволюцию жизни, живого вещества на Земле и вызванного этим изменением физико-химического состава планеты.

Возраст планеты Земля насчитывает 4,5–5 млрд лет, из них 1,5 млрд лет приходится на так называемый догеологический период. Это период формирования формы Земли, ее внутренних и внешних слоев, а также поверхностных структур. Возраст древних остатков живых организмов определяется в 3–3,5 млрд

лет, т.е. эволюция биосферы проходила в течение длительного этапа развития живых организмов. Известно, что живые организмы требуют в качестве важнейшего фактора жизнеобеспечения наличия кислорода. В начальный период свободный кислород в атмосфере планеты практически отсутствовал. Коротковолновое излучение Солнца, беспрепятственно достигающего поверхности Земли и губительное для первичных очагов жизни, сделало возможным прохождение химических реакций с образованием сложных органических молекул аминокислот, которые послужили материалом для построения тел примитивных форм жизни. Первыми живыми организмами были мельчайшие анаэробные и гетеротрофные организмы, существовавшие за счет органического вещества, синтезированного в абиотических процессах. Увеличение содержания кислорода за счет абиотических процессов и наличия УФ излучения дало толчок к формированию вокруг планеты озонового слоя, который обеспечивал надежную защиту живых организмов от агрессивного коротковолнового излучения Солнца. В дальнейшем происходило усложнение жизненных форм организмов, обогащение атмосферы кислородом, увеличение числа видов организмов, использующих для дыхания кислород атмосферы с выделением углекислоты, необходимой для фотосинтезирующих растений. Деятельность живых организмов значительно изменила круговорот веществ и многие другие природные процессы, обеспечив и появление новых направлений круговорота веществ. При этом биологический обмен веществом и энергией во многом стал определяющим в общем круговороте веществ на планете.

В процессе развития биосферы наряду с постепенным усложнением форм жизни происходили и революционные взрывы, в полном соответствии с объективным законом диалектики – перехода количества к новому качеству под влиянием различных факторов. Эти взрывы качественно изменяли всю систему живых сообществ растительного и животного мира. Например, более 120–170 млн лет назад на смену древним растениям пришли покрытосеменные (цветковые) растения. В последующем эти сообщества эволюционировали, на месте исчезнувших сообществ живых организмов появлялись и стабилизировались новые.

Процесс эволюции живых организмов и периодически происходящих революционных взрывов привел к появлению высшего биологического вида – человека. С появлением человека и возникновением человеческого общества планета вступила в качественно новый этап своего развития.

Известно, что движущей силой эволюции живых организмов на всех этапах развития является противоречие между безграничной способностью живых организмов к размножению и ограниченностью доступных жизненно необходимых ресурсов. Это противоречие в процессе жизнедеятельности организмов разрешается путем использования все новых источников вещества и энергии. Движущей силой развития человеческого общества является противоречие между безграничной способностью людей к развитию материального и духовного производства, направленного на удовлетворение их постоянно растущих потребностей, и ограниченностью материальных ресурсов, которые человечество на каждой стадии своего развития в состоянии использовать. Разрешение этого противоречия происходит в результате вовлечения в процесс производства все новых природных материальных и энергетических ресурсов. Развитие материального производства приводит ко все более тесному взаимодействию общества с окружающей средой и человек играет все большую роль в развитии самой природы. Это взаимодействие общества с природой становится важнейшим и все возрастающим по своему значению и масштабу фактором эволюции планеты и развития биосферы в целом.

Впервые единую картину мира и роль в нем живого вещества представил русский ученый, натуралист, философ, академик *Владимир Иванович Вернадский.* Биосферу он рассматривал как целостную геологическую оболочку Земли, состоящую из живого и неживого. Вернадский подчеркивал, что для строения биосферы характерны физико-химическая и геометрическая разнородности. Разнородность строения является господствующим фактором, резко отличающим биосферу от всех других оболочек земного шара. *Живое вещество* охватывает всю биосферу, ее создает и изменяет. Живое вещество едва ли со-

ставляет одну - две сотых процента по весу. Но геологически оно является самой большой силой в биосфере, определяет все идущие в ней процессы.

В.И. Вернадский показал, что тонкая оболочка Земли – биосфера, состоящая из разнородных структур – живого и неживого вещества, поддерживает в состоянии динамического равновесия все протекающие в ней процессы благодаря непрерывному перетоку (круговороту) атомов из косной материи через живое вещество снова в неживую природу. Он раскрыл геологическую роль живых организмов в создании современного газового состава атмосферы, в формировании горных пород, вод мирового океана. Учение В.И. Вернадского – это философское и естественнонаучное обобщение законов развития нашей планеты с позиций единого космического процесса и исключительной роли, которую выполнило и выполняет на ней живое вещество. В.И. Вернадский создал его в 20-30-е годы XX века. Отчасти это было «предвидение, предсказание прошлого». Многие экспериментальные и фактические данные, подтверждающие правильность его идей, появляются только сейчас. На основе учения Вернадского в настоящее время ***биосферу определяют как активную оболочку Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба.*** Такое определение биосферы отражает важный тезис: наша планета Земля такая, какая она есть сегодня, только потому, что на ней существует жизнь!

Одним из уникальных этапов эволюции биосферы явилось возникновение *разума и интеллекта* как высшей познавательной способности живого организма. Это столь же загадочная и необъяснимая перестройка процесса развития материального мира, как и возникновение жизни. Мозг человека и мозг животного, особенно высших млекопитающих, состоит на одних и тех же нейронов. При этом мозг человека обладает способностью познавать сам себя, видеть себя со стороны, познавать окружающий мир. Благодаря появлению разума возникает общество – совокупность индивидуумов, способных к совместно-

му труду, к планомерной деятельности, к совместной духовной жизни. Появление интеллекта радикальным образом ускорило темпы практически всех процессов, протекающих во внешней оболочке Земли – биосфере. Но был один процесс, который вследствие появления интеллекта стал замедляться – это развитие человека как биологического вида, а примерно 30–40 тысяч лет назад механизм генетического развития человека на основе внутривидового отбора перестал функционировать. Эволюция, морфологическое совершенствование человека, в том числе и развитие мозга, закончились! Почему это произошло? Для отказа от дальнейшего использования механизма, которому человек обязан своим утверждением на вершине биологической пирамиды, должны были быть неординарные причины. Одна из гипотез (академика Никиты Николаевича Моисеева) основывается на том, что на определенном этапе эволюции наших предков помимо силы, выносливости и других чисто физических качеств, определяющих выживание прачеловека, стала осознаваться определяющая роль знания, опыта и мастерства. Знания и опыт повлекли за собой формулирование целого ряда запретов-табу в поведении и действиях членов общества. Мудрецы и умельцы, которые во все большей степени обеспечивали благосостояние рода или племени, далеко не всегда были самыми сильными и смелыми членами общества, кому обычно естественный внутривидовой отбор давал преимущества.

Жизненной необходимостью рода-племени стала защита не только самок и потомства, но и тех, кто оказывался носителем знаний и мастерства. На этой основе сформировался важнейший из всех запретов: «Не убий!». В силу его исключительной важности для любой человеческой общности он оказался в основе морали и существует в том или ином виде у всех народов, во всех религиях. Возникновение именно этого запрета, вероятно, и поставило предел морфологическому совершенствованию организма человека. В самом деле, указанный запрет способствовал выживанию тех умельцев, которые способны не только хранить нужные знания и навыки, но и приобретать новые знания и, что самое главное, передавать их другим поколениям.

Принцип «не убий!» разрешал противоречие между сильным и умным в пользу последнего. Защита слабых – эта дополнительная и весьма обременительная нагрузка, которую по необходимости взяло на себя рождавшееся общество, и прекратила действие естественного отбора, а следовательно, и индивидуальное развитие человека.

Появление жизни на планете Земля – это реализация одной из возможных форм самоорганизации материи. Это естественный процесс космического масштаба. То же самое можно сказать и о двух рассматриваемых явлениях эволюции живого вещества на Земле: возникновении разума и норм морали. Так же, как и возникновение жизни, они есть ***формы самоорганизации материи.*** Являются ли они неизбежной фазой развития живого? Очевидно, нет. Это связано с тем, что любые системы (в том числе и живые) обладают пороговыми состояниями, переход через которые по достижении точки бифуркации ведет к кардинальному качественному изменению протекающих в них процессов – к изменению их организации. Переход системы в новое состояние, так же, как и характер ее новой организации, неоднозначен, то есть после бифуркации существует множество возможных структур (возможных путей самоорганизации материи), в рамках которых в дальнейшем будет развиваться система. И предсказать заранее, какая из этих структур реализуется, нельзя. Нельзя, в принципе, поскольку это зависит от тех неизбежно присутствующих случайных воздействий – флуктуаций внешней среды, которые в момент перехода через пороговое состояние и будут определять выбор. Поэтому необходимо понимать, что человек как биологический вид, обладающий разумом и развивающийся в рамках определенных норм морали, есть явление уникальное, неповторимое. В привычном нам «виде» он больше нигде и никогда не возникнет. Это с одной стороны. С другой стороны, он всего-навсего одна из бесчисленного множества возможных реализаций самоорганизации материи во Вселенной – естественного космического объективного процесса и никаких особых привилегий нарушать или развиваться вопреки объективным законам и процессам не имеет. Он просто будет

навсегда уничтожен «породившей» его Вселенной, в которой будут реализовываться все новые и новые формы самоорганизации материи, но вид Homo Sapiens уже никогда не повторится. Поэтому, **мысля космическими категориями, у человека нет другого выхода и выбора, как действовать в согласии с планетарными объективными законами эволюции.** Об этом уже в первые годы XX столетия начал говорить В.И. Вернадский. Он отмечал, что воздействие человека на окружающую природу растет столь быстро, что скоро он превратится в решающую геологообразующую силу. И, как следствие, он должен будет принять на себя ответственность за будущее развитие природы. Развитие окружающей среды и общества сделаются неразрывными. Биосфера перейдет однажды в сферу разума – в ***ноосферу.*** Произойдет объединение, в результате которого развитие планеты сделается направленным – направляемым силой разума. Термин «ноосфера» предложил французский исследователь Леруа в 1924 г., впоследствии он широко использовался Пьером Тейяр де Шарденом – французским палеонтологом, занимающимся вопросами эволюции; В.И. Вернадский стал употреблять этот термин только в последние годы своей жизни.

С термином ноосфера до сих пор не все просто, поскольку однозначное его толкование отсутствует. Среди специалистов-естественников широко распространена наиболее простая его трактовка – сфера разума, так принято называть часть биосферы, которая оказывается под влиянием человека и преобразуется им. Переход биосферы в ноосферу означает при таком понимании всего лишь постепенное освоение человеком биосферы. Однако В.И. Вернадский, создавая свое учение о ноосфере, закладывал в него гораздо более глубокий, философский смысл. Он считал, что согласованное с природой развитие общества, ответственность за природу и ее будущее потребуют специальной организации общества, создания специальных структур, которые будут способны обеспечить это совместное согласованное развитие. Исходя из такого взгляда, *ноосфера – это такое состояние биосферы, когда ее развитие происходит целенаправленно, когда Разум имеет возможность направлять развитие био-*

сферы в интересах эволюции человека. Выполнение принципа совместного развития, обеспечения коэволюции (совместного развития) биосферы и общества потребуют от человечества регламентации своих действий, определенных ограничений. Уже сегодня человечество подвело планету к той предельной черте, дальше которой начинаются необратимые процессы.

5.3. Состав и функционирование биосферы

Живой мир Земли, ее биосфера, как уже говорилось, состоит из организмов трех типов: **продуцентов (автотрофов)**, которых насчитывается на Земле около 350 000 видов: **консументов**, где имеется 1,5 млн различных видов: **редуцентов,** которых насчитывается 75 тыс. видов.

Все это огромное количество живых существ находится в очень сложных взаимоотношениях между собой и с неживым веществом.

Вмешательство человека в процессе его деятельности в биосферные взаимосвязи, о значении которых большей частью он не имеет правильного представления, часто приводит к нежелательным последствиям. Например, в 30-ые года в Норвегии было решено истребить хищных птиц (полярных сов и ястребов), что уменьшало численность ценной промышленной птицы – полярной куропатки. Объявленные льготы и премии послужили причиной повсеместного отстрела охотниками хищных птиц. Сразу же после этой акции среди куропаток вспыхнула эпидемия, которая почти полностью уничтожила их популяцию. Оказалось, что совы и ястребы выполняли роль санитаров, которые поедали, в первую очередь, больных, ослабленных куропаток и, таким образом, предотвращали распространению эпидемии. Неразумное вмешательство в процесс, становление которого длилось тысячелетиями, вызвало относительно инициаторов акции «эффект грабель» (если человек, который неосмотрительно наступает на зубцы, получает удар рукояткой по лбу).

Биосферные связи складывались на протяжении продолжительного времени. В природе нет лишнего, ненужного.

Система связей в биосфере чрезвычайно сложная и пока что расшифрованная лишь в общих чертах. Главнейшим звеном (или блоком) управления является энергия – преимущественно энергия Солнца, второстепенная – энергия внутреннего тепла Земли и радиоактивного распада элементов. Безжизненной частью биосферы, ее безжизненным веществом руководят продуценты, ими– консументы, деятельность которых определяют обратные связи, которые идут от продуцентов. В результате приблизительно по такой схеме осуществляется биотический кругооборот веществ в биосфере.

В целом, биосфера очень похожа на единый гигантский суперорганизм, в котором автоматически поддерживается гомеостаз– динамическое постоянство физико-химических и биологических свойств внутренней среды и стойкость основных функций. С точки зрения теории управления, в каждом биоценозе, т.е. совокупности организмов, которые населяют определенный участок суши или водоема, есть управляющая и управляемая подсистемы. Роль управляющей подсистемы выполняют консументы. Они «не разрешают» растениям слишком разрастаться, поедая «лишнюю» биомассу. За травоядными пристально «следят» хищники, предотвращая их чрезмерное размножение и уничтожение растительности. Управляющей подсистемой для этих хищников есть хищники второго рода и паразиты, которыми «руководят» сверхпаразиты, и т.д. Поэтому на Земле существует много видов животных. Среди них нет «лишних» или «вредных», такие эпитеты дает им человек. Особенностью биосферных связей является и то, что управляющая и управляемая подсистемы в ней часто меняются местами. Так, уменьшение количества растительного корма вызывает снижение численности хищников и паразитов через механизм обратной связи.

Помимо энергетических, пищевых и химических связей, огромную роль в биосфере играют *информационные.* Живые существа Земли освоили все виды информации: зрительную, звуковую, химическую, электромагнитную. Информативные

сигналы, сами по себе не способные вызвать обратной реакции через энергетическую слабость, содержат важные сведения в закодированной форме. Они расшифровываются (большей частью автоматически) и учитываются живыми организмами. Способность воспринимать, сохранять и передавать информацию есть и у безжизненных объектов. Эти процессы в них осуществляются путем общего энергоинформационного обмена. Живые системы могут также обрабатывать, накапливать и использовать информацию в отдельности от энергии. Русский биолог О. Пресман определяет биосферу как систему, в которой вещественно-энергетические взаимодействия подчинены информационным.

Примером информационных связей в биосфере может быть явление снижения интенсивности размножения животных в случае чрезмерной плотности популяции. Не всегда это обусловлено недостатком корма или загрязнением среды вредными отходами жизнедеятельности. Результаты опытов свидетельствуют, что уменьшение потомства у млекопитающих или снижения яйценоскости у птиц происходит вследствие «перенаселения» территории. Здесь действуют именно информационные связи, если включаются какие-то внутренние механизмы, которые приводят к уменьшению количества «лишних» особей.

Обобщая результаты исследований в отрасли геологии, палеотологии, биологии и других естественных наук, В. Вернадский пришел к выводу что *биосфера – это стойкая динамическая система, равновесие, которое установилось в основных своих чертах .... с археозоя и неизменно действует на протяжении 1.5 – 2 миллиарда лет».* Он доказал, что стойкость биосферы за это время обнаруживается в постоянстве ее общей массы (около 10^{19} т), массы живого вещества (10^{18} т), энергии, связанной с живым веществом (10^{18} ккал), и среднего химического состава всего живого. Стойкость биосферы Вернадский объяснял тем обстоятельством, что *«функции жизни в биосфере – биогеохимические функции – неизменны на протяжении геологического времени, и ни одна из них не появилась сызнова с ходом геологического времени».* Все функции живых организмов в биосфере (образование газов,

окислительные и восстановительные процессы, концентрация химических элементов и т.п.) не могут выполняться организмами какого-либо одного вида, а лишь их комплексом. Отсюда вытекает чрезвычайно важное положение, разработанное В.И. Вернадским: *биосфера Земли сформировалась с самого начала как сложная система, с большим количеством видов организмов, каждый из которых выполнял свою роль в общей системе. Без этого биосфера вообще не могла бы существовать.*

Ученому В.И. Вернадскому принадлежит открытие такого основного закона биосферы: *«Количество живого вещества есть планетная константа со времен архейской эры, то есть за все геологическое время».* На протяжении этого периода живой мир морфологически изменился неузнаваемо, но такие изменения заметно не повлияли ни на количество живого вещества, ни на его средний валовой состав. Дело здесь в том, как считает ученый, что «в сложной организованности биосферы происходили в границах живого вещества лишь перегруппирования химических элементов, а не коренные изменения их состава и количества».

5.4. Круговорот веществ и биогеохимические циклы в биосфере

Известно, что на Земле все вещества находятся в процессе круговорота. Движущими силами является энергия Солнца. Солнечная энергия вызывает на Земле большой геологический, охватывающий всю планету, и малый биотический круговорот веществ, происходящий внутри экосистем.

В большом геологическом круговороте, длящемся сотни тысяч или миллионы лет, горные породы, слагающие поверхность Земли и расположенные в приповерхностных горизонтах, подвергаются разрушению, выветриванию, а продукты выветривания, в том числе растворимые в воде питательные вещества, сносятся потоками воды в Мировой океан. Здесь они образуют морские напластования и лишь частично возвращаются на

сушу с осадками, с извлечёнными из воды организмами. Крупные медленные геотектонические изменения, процессы опускания материков и поднятия морского дна, перемещения морей и океанов в течение длительного времени приводят к тому, что эти напластования возвращаются на сушу и процесс начинается вновь. В процессе геологического круговорота в поверхностных слоях планеты поддерживается присутствие химических элементов, необходимых для жизнедеятельности живых организмов.

Большое количество косного химического вещества поглощается растениями в процессе фотосинтеза. Поскольку его запас на Земле ограничен, то чтобы процесс фотосинтеза не прекращался, необходимо движение химического вещества через фотосинтез по замкнутому циклу. Образование живой материи и её разложение – это две стороны единого процесса, который называется малым биотическим, или *биологическим круговоротом химических элементов*. Малый круговорот, являясь частью большого, происходит на уровне биогеоценоза. В нем происходит быстрый обмен между организмами и их непосредственным окружением. Суть его в том, что питательные вещества почвы, вода, углерод аккумулируются в веществе растений, расходуются на построение тела и жизненные процессы, как их самих, так и организмов-консументов. Продукты распада органического вещества почвенной микрофлорой и мезофауной (бактерии, грибы, черви, моллюски, насекомые, простейшие и др.) вновь разлагаются до минеральных компонентов, опять-таки доступных растениям и вновь вовлекаемых ими в поток вещества.

В процессе круговорота живая материя получает дополнительную энергию, при разложении органики часть поглощенной энергии возвращается в окружающую среду. За счет биологической энергии происходят различные химические и биогеохимические реакции. *Круговорот вещества характерен для экосистем любого уровня организации – от отдельного уровня организации биогеоценоза до биосферы в целом.*

Химические элементы обычно циркулируют в биосфере по характерным путям из внешней среды в организмы и опять во

внешнюю среду. Эти в большей или в меньшей степени замкнутые пути называются ***биогеохимическими циклами***.

Биогеохимический цикл это круговорот химических веществ из неорганической среды через растительные и животные организмы обратно в неорганическую среду с использованием солнечной энергии химических реакций

При этом главным участником миграции химических элементов на Земле являются живые организмы. В.И. Вернадский впервые предложил использовать термин биогеохимия при изучении биосферы, говоря: «Жизнь – живая материя – воистину является одной из сверхмогущественных геохимических сил нашей планеты, а та биогенная миграция атомов, которая обусловлена ею, является формою организованности первостепенного значения в структуре биосферы». Масштабы синтеза живой материи огромны. По расчетам В.И. Вернадского за все время существования на Земле биосферы было синтезировано 3.5×10^{19} т биомассы, что почти вдвое превышает массу всей земной коры, которая составляет 2×10^{19} т.

Хозяйственная деятельность человека нарушает процессы круговорота. Например, вырубка лесов или повреждение ассимиляционного аппарата растений промышленными выбросами приводит к снижению интенсивности усвоения углерода. Выбросы биофильных элементов с промышленными стоками приводит к эвтрофикации водоёмов и перерасходу растворенного в воде кислорода, что исключает возможность существования здесь аэробных организмов. Сжигая ископаемое топливо, фиксируя атмосферный азот в продуктах производства, связывая фосфор в детергентах, человек как бы замыкает на себя круговорот элементов. Человечество резко ускорило круговорот некоторых веществ. Месторождения железа, меди, цинка, свинца и многих других элементов, которые природа копила в течение миллионов лет, быстро вычерпываются. С другой стороны, осуществляется концентрация элементов в таких пропорциях, которых не было в природе (на промышленном производстве).

Сжигание ископаемого топлива в возрастающих объемах сопровождается использованием солнечной энергии, накоплен-

ной в угле, нефти, природном газе за счет прошлых организмов биосферы. Все это ведет к увеличению неупорядоченности в биосфере. Человек не только ускоряет биологический круговорот, но и вовлекает в него те элементы, которые были из него давно исключены.

В целом, в биосфере под влиянием деятельности человека все быстрее *снижается энтропия* за счет увеличения энтропии земной коры (сжигание горючих полезных ископаемых, рассеивание металлических полезных ископаемых и т.п.). Поэтому, мы должны как можно меньше изменять природные процессы, в частности, внедрять безотходные производства или качественно новые производственные циклы, но и в идеальном случае не удастся избавиться, скажем, отходов тепла, так как это противоречит законам термодинамики.

5.5. Ресурсы биосферы

Биосфера –среда жизни, которая включает все компоненты, необходимые для существования живых организмов. Можно выделить наиболее важные экологические факторы, которые рассматриваются как ресурсы экосистем и биосферы с точки зрения приспособления к ним живых организмов.

Ресурсы биосферы – это те вещества и энергия, которые поддерживают жизнь вне зависимости от ее форм и без учета активной хозяйственной деятельности людей, где природные ресурсы , имеют несколько иное содержание и назначение.

Энергия. Главными источниками биологически используемой энергии для подавляющего большинства живых существ на Земле являются солнечный свет и пища, в органических веществах которой аккумулирована солнечная энергия. Валовой ресурс солнечной энергии практически неисчерпаем. Ее доступность для земных потребителей обусловлена солнечной постоянной и климатом, а также первичной продукцией биосферы.

Солнечная радиация. Количество солнечного излучения, достигающего верхней границы земной атмосферы, составля-

ет около 2 кал/см^2 мин. Эта величина называется *солнечной постоянной.* Распределение этого потока зависит от положения Солнца над горизонтом, географической широты местности, состояния атмосферы и других факторов. Часть поступившей энергии (30%) отражается атмосферой, ледниками, водной поверхностью, прямо превращается в тепло около 46% (нагревание почвы, воды, воздуха), почти 23% расходуется на испарение, около 0,2% уходит на образование волн, течений, ветра и лишь не более 1% запасается в процессе фотосинтеза.

Известно, что солнечный спектр состоит из УФ-коротковолнового излучения, видимой части спектра и ИФ-длинноволнового излучения. При прохождении солнечного излучения через атмосферу его энергетический спектр заметно изменяется: в верхних слоях (20–22км), где сосредоточена максимальная концентрация озона – озоновый слой, поглощается жесткая, губительная для жизни радиация с длиной волны в пределах до 230–250 нм, а ниже облачным покровом поглощается инфракрасное излучение. Верхний предел жесткости энергетического спектра солнечного света, к которому приспособлено большинство живых организмов, соответствует длине электромагнитной волны 280–290 нм.

Для всего живого на Земле сложившийся за миллионы лет радиационный баланс является необходимым условием жизнедеятельности.

Свет, или естественное освещение, имеет фундаментальное экологическое значение, поскольку именно свет является источником энергии для фотосинтеза. Для многих растений важна не только интенсивность света, но и продолжительность светлого времени суток – определенный *фотопериодизм.* Размах отношения длительностей дня и ночи возрастает от тропиков к полярному кругу. Так называемым растениям длинного дня, обитающим в высоких широтах, для начала цветения нужен фотопериод больше 14–15 часов, тогда как тропическим растениям короткого дня – меньше 10–11 часов.

Освещенность и фотопериодизм имеют определенное значение и для развития многих животных.

Пища. Все организмы, любого уровня организации, нуждаются в пище как в источнике энергии для поддержания жизни и осуществления своих жизненных функций. Количество пищи на Земле определяется чистой первичной продукцией растений. Это приблизительно 140 млрд т в год сухого вещества фитомассы, в которой заключено $2{,}3\times10^{21}$ Дж энергии. Все это количество за год используют гетеротрофы, чья биомасса на 2 порядка меньше. Непищевое использование биомассы и биогенных продуктов в природе относительно невелико, однако оно весьма значительно в человеческом хозяйстве.

Эффективность использования энергии питательных веществ пищи для роста и размножения в среднем близка к 0,1 (правило 10% Линдемана), но колеблется у различных организмов в широких пределах.

Любая пища представляет собой набор различных элементов питания, среди которых всегда есть обязательные, незаменимые. При отсутствии какого-нибудь из этих элементов (лимитирующего фактора) возникают нарушения жизнедеятельности вплоть до гибели организма. Воздействуя на физиологическое состояние отдельных особей, качественный состав пищи наряду с ее количеством можно влиять на состояние популяции в целом, на ее структуру и динамические характеристики: рождаемость, смертность, темпы развития и качество потомства.

Климатические факторы. Теплофизические процессы в атмосфере, вызываемые потоком солнечной энергии, реализуются в виде различных проявлений климата. Зональные различия в распределении солнечной энергии определяют радиационный баланс местности и зависят от многих факторов: от географической широты, прозрачности атмосферы, облачности, отражающих свойств земной поверхности, характера растительного покрова. В экологии выделяют *эколого-климатическую характеристику* местности, куда входят температурный режим, сроки начала вегетационного периода (переход температуры через $(+5^0)$ С; количество осадков, испаряемость влаги и

влажность воздуха, характеристика ветров; суммарная солнечная радиация, радиационный баланс и др.

Температура. Из всех климатических факторов, связанных с энергетикой биосферы, наибольшее экологическое значение имеет температура. Она оказывает существенное влияние на энергетику, а значит и жизнедеятельность биоты.

Температура воздуха на Земле занимает диапазон от (-88,3°) (ст. «Восток», Антарктида) до (+58,7°)С (Гарьян, Ливия). Средняя годовая температура слоя воздуха над континентами и океаном (исключая Антарктиду) (+15,7°)С. Большие колебания относятся к отдельным поясам и сезонам. Средняя температура массы гидросферы (+3,3°)С.

Максимальный температурный диапазон активной жизни для большинства многоклеточных организмов - от 0 до 50°С. Некоторые микроорганизмы, обитающие в горячих поверхностных и глубинных источниках, могут сохранять способность к размножению при температуре до 85°С.

Диапазон температур, в котором клетки и многие организмы способны длительное время находиться в неактивном состоянии, существенно шире: от 0°К до 400°К. Переживание при температуре намного ниже точки замерзания жидкостей тела (криобиоз) хорошо известно для семян и спор, получено у многих свободных клеток. Изучающая эти явления криобиология имеет большое практическое значение для восстановительной хирургии и создания генных и репродукционных банков.

Скорость химических реакций существенно зависит от температуры и, как правило, увеличивается в 2–3 раза при возрастании температуры на 10°С *(правило Вант-Гоффа).* Этому правилу подчиняется подавляющее большинство процессов в живых организмах, основанных на молекулярных реакциях, в том числе и сложные цепи биохимических реакций на клеточном уровне.

Вода. Водные ресурсы биосферы, или водные запасы Земли, распределены по разнообразным геологическим резервуарам и показаны в таблице 4.

4. Распределение водных запасов Земли

Компоненты гидросферы	Объем, млн км^3	%
Вся гидросфера	1 460	100,0
Океаны, моря	1 370	97,2
Подземные воды, в том числе грунтовые воды	60 9,7	2,8
Ледники	24	
Реки	1,2	
Пресные озера	0,123	
Соленые озера	0,100	
Почвы и болота	0,040	
Атмосфера	0,023	
Реки и водохранилища	0,007	
Биомасса	0,007	

При таком колоссальном запасе воды на Земле доля пресной воды, в которой нуждается большинство живых организмов, невелика и составляет не более 3% от общего количества воды на планете, считая воду рек, пресных озер, часть подземных вод, а также воду, заключенную в ледниках. Следует отметить, что подземные воды, исключая грунтовые, недоступны живым организмам, хотя и составляют запас хозяйственных эксплуатационных ресурсов. Ресурсы пресной воды распределены крайне неравномерно: разброс годового количества осадков в разных местностях земной суши колеблется от 0 мм до 12500 мм при колеблемости испаряющейся воды от 150 мм до 4000 мм. Более 63% площади суши приходится на территории с отрицательным водным балансом, где испарение превышает выпадение осадков.

Водная среда и адаптации. Все активные процессы обмена веществ в организмах происходят в водной среде. Питательные вещества и газы поступают к потребляющим их клеткам в растворенном состоянии. Содержание воды в активно функционирующих клетках - от 70 до 98%. Растения и большинство беспозвоночных животных, обитающих в море, имеют солевой состав жидкостей тела, близкий к составу морской воды.

Кислород. Для большинства организмов кислород имеет безусловное физиологическое значение, в связи с чем концентрация его в среде и доступность для организмов являются важным экологическим фактором. В приземном слое атмосферного воздуха содержится 20,95% (по объему для сухого воздуха) и эта величина относительно постоянная. Временное ее уменьшение на 2-3% не оказывает заметного физиологического действия. У человека адаптации к недостатку кислорода развиваются постепенно. Неадаптированный человек уже на высоте 3000 м над уровнем моря при атмосферном давлении 500 мм рт. ст. против нормального, равного 760 мм рт. ст., испытывает ухудшение состояния и снижение работоспособности, а на высоте 6000 м теряет сознание, хотя у жителей высокогорных областей выработана адаптация к жизни на высотах почти до 5000 м. В биосфере есть генетически адаптированные организмы в соответствии с условиями среды.

Почва. Этот ресурс биосферы, в отличие от других (энергии, климатических факторов, пищи, кислорода и воды), является относительно менее динамичной системой, хотя и способна к возобновлению. Биотические и биогенные компоненты составляют относительно небольшую, хотя и очень важную часть почвы, поскольку именно органическая часть почвы ответственна за величину биомассы растительной продукции на Земле. Почва сравнительно неустойчива, очень сильно зависит от связанного с ней сообщества и восстанавливается после нарушений намного медленнее, чем другие биотические ресурсы. Свойства почвы (эдафические свойства) определяют само существование высших и низших растений, многих животных, образование и распространение сообществ, в ней происходит жизненно необходимый обмен минеральными веществами между биосферой и неорганическим миром происходит именно в почве.

В *экосистеме почвы* осуществляются разнообразные биотические взаимодействия. Почва является глобальным экологическим экраном биосферы, поскольку именно она является источником большей части биомассы биосферы, и именно в

ней происходят процессы утилизации отходов наземных живых организмов.

Все рассмотренные выше ресурсы необходимы, в первую очередь, самой биоте, которая неустанно формирует и воспроизводит условия, необходимые для жизни на Земле, в том числе и для жизни человека.

Ресурсы биосферы служат ресурсами для человека, причем, не только как источники жизненно необходимых ресурсов для человека как биологической системы, но и для разносторонней хозяйственной деятельности, создающей всю совокупность используемой человеком продукции для удовлетворения растущих потребностей в благах цивилизации. В связи с этим, рассмотрим природную среду и природные ресурсы именно с этих позиций.

Глава 6

ТЕХНОГЕНЕЗ И ТЕХНОСФЕРА

6.1. Понятие о техногенезе и техносфере

Развитие цивилизации на протяжении истории человеческого общества шло в направлении создания человеком все более совершенных способов, орудий и устройств для воздействия на окружающий материальный мир с целью получения и потребления благ. Этот процесс связан с непрерывным совершенствованием производства на базе использования достижений науки и техники, технической вооруженности труда, с возрастающими возможностями реализации самых передовых идей и воплощением их в практическую деятельность людей называли научно-техническим прогрессом, который пронизывал практически все сферы деятельности человека, в том числе, естественно, и в направлении совершенствования технологий и повышения объемов добычи природных ресурсов без оглядки на состояние окружающей природной среды. Нарастающие масштабы научно-технического прогресса, ориентированного прежде всего на антропоцентричных целях, т.е. на удовлетворении растущих потребностей растущего населения, безусловно вносили и вносят в биосферу чуждые ей вещества, а также не обусловленные природной необходимостью и целесообразностью силы и процессы, которые изменяют и нарушают сложившееся динамичное равновесие в биосфере. НТП понимался вне связи с негативным влиянием человеческой деятельности на состояние компонентов окружающей среды. Но поскольку эти два явления неразрывно связаны и хозяйственная деятельность человека превращается в постоянно действующий фактор вмешательства в природную среду, превращаясь в серьезную силу по ее изменению, часто противоречащую законам развития биосферы, более точным определением всей произ-

водственной деятельности человека на современном уровне развития цивилизации является термин техногенез. ***Техногенез,*** с экологической точки зрения, это ***порождение техники, последний по времени этап эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в биосферу вещества, силы и процессы, которые изменяют и нарушают ее равновесное функционирование и замкнутость биотического круговорота.*** Такое представление смыкается с понятием техногенеза, применяемым в геохимии (А.Е. Ферсман, 1937; А.И. Перельман, 1970). Понятие «техногенез», впервые введенное в научную литературу русским ученым А.Е. Ферсманом, связывалось им, прежде всего, с геохимической деятельностью человечества. Ученый анализировал его с общих методологических позиций геохимии, выяснял, как зависит использование элементов от их положения в периодической системе, размеров атомов и ионов, кларков.

Та часть планеты, которая охвачена техногснезом, представляет собой особую систему – *ноосферу.* В.И. Вернадский писал в 1944 г.: *«Ноосфера есть новое геохимическое 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. Перед нами открываются все более и более широкие творческие возможности».* Ноосфера рассматривается как планетное явление, как особый этап развития планеты, как особая ее оболочка, в которой проявляется деятельность человеческого общества, Изучение геохимии ноосферы и техногенеза составляет теоретическую основу рационального использования природных ресурсов, охраны природы и борьбы с загрязнением окружающей среды

В целом, концепция ноосферы разработана слабо, хотя не вызывает сомнений основной тезис В.И. Вернадского и А.Е. Ферсмана о том, что человечество стало мощной геохимической силой. Согласно О.П. Добродееву, по масштабам многие процессы техногенеза намного превышают при-

родные. Так, ежегодно из недр извлекается на много больше металлов, чем выносится с речным стоком (Pb – почти в 70 раз, Cr – в 35, Cu – в 30, P – в 20, Fe, Mn – в 10, Zn – в 5, Al – в 3 раза и т. д.). Только при сжигании угля освобождается больше металлов, чем выноситься с речным стоком (V – в 400 раз, Mo – в 35, Cr – в 20 раз и т. д.).

В ноосфере происходит грандиозное перемещение атомов, их рассеяние и концентрация. Ежегодно в мире перемещаются миллиарды тонн угля, нефти, руд и строй материалов. В течении немногих лет рассеиваются месторождения полезных ископаемых, накопленные природой за миллионы лет. С продукцией сельского хозяйства и промышленности атомы мигрируют на огромные расстояния.

Позже техногенезом стали называть всю производственную деятельность человека на основе использования природных ресурсов, техники и технологий, а сферу, где проявляется техногенез, техносферой.

Техносферу определяют как глобальную совокупность орудий, объектов, материальных процессов и продуктов общественного производства. Техносферу можно определить также как пространство геосфер Земли, находящееся под воздействием производственной деятельности человека и занятое ее продуктами.

Объем и состав техносферы. Мировое хозяйство можно рассматривать как видовую реализованную экологическую нишу человечества. По многим пространственным и потоковым параметрам она совпадает с биосферой, экологическая емкость которой ограниченна. Поэтому неизбежны конкурентные отношения между активными элементами техногенной среды и биосферы, между общественным производством и планетарной биотой. Хотя эти отношения намного сложнее, чем межвидовые взаимоотношения в природе, многие их черты выглядят как конкурентное вытеснение биосферы.

В XX в. человек раздвинул границы техносферы далеко за пределы биосферы – в ближний и дальний космос, в глубины земной коры, под дно океана, в субмолекулярный микромир,

создав особую материально-энергетическую оболочку планеты. Она охватывает и пронизывает всю биосферу, особенно сильно на суше, и придает значительной части поверхности планеты совершенно особый облик. Вряд ли остались участки живой природы, которые не испытали бы на себе действие техногенеза. Мировое хозяйство стало не только глобальной технико-экономической, но и глобальной эколого-географической системой.

Наиболее серьезные проблемы связаны с потреблением биоресурсов, технической энергетикой и промышленным производством. Ежегодное изъятие не менее 10 Гт сухого вещества биомассы в виде сельскохозяйственной продукции, древесины и морепродуктов составляет более 7% продукции фотосинтеза на суше. Но кроме этого, за счет антропогенного уменьшения биомассы и продуктивности естественных экосистем, замещения их агроценозами, вырубки лесов, опустынивания, техногенной деградации и т.п. человек косвенно переводит в антропогенный канал еще 27–30% первичной продукции экосистем суши, в целом снижая продуктивность земной биосферы примерно на 12%. Именно это расценивается как самое главное вмешательство человеческого хозяйства в природные процессы.

В добывающей и перерабатывающей промышленности мира за год образуется более 100 Гт твердых и жидких отходов. Из них около 15 Гт попадает со стоками в водоемы, а остальное количество – 90 Гт/год добавляется к отвалам пустой породы, золо- и шлакоотвалам, к другим хранилищам и захоронениям промышленных отходов, к свалкам. Сжигание 12 Гт ископаемого топлива, сжигание и биологическое окисление более 7 Гт изымаемой растительной биомассы и другие производственные окислительные процессы отнесены в балансе к массообмену в атмосфере. Они сопряжены с потреблением 40 Гт кислорода и возвращением в атмосферу 52 Гт углекислого газа и других окислов. Вместе с ними в воздух попадают продукты неполного сгорания, различные пыледымовые аэрозоли, соли, а также значительная масса разнообразных летучих органических веществ, выделяющихся при производственных процессах и ра-

боте транспорта. Общая масса этих примесей достигает 1 Гт в год. Одновременно в среду выделяется более 530 ЭДж техногенной теплоты. Более подробно техногенные эмиссии и их воздействия на природные системы и окружающую среду рассмотрены в следующей главе.

Наиболее существенным отличием техногенного массообмена от биотического круговорота является то, что *техносферный круговорот веществ существенно разомкнут и в количественном, и в качественном отношении.* Поскольку техногенный массообмен составляет заметную часть глобального круговорота веществ, своей разомкнутостью он нарушает необходимую высокую степень замкнутости биотического круговорота, которая выработана в процессе длительной эволюции и является важнейшим условием стационарного состояния биосферы. Это означает очень серьезное нарушение биосферного равновесия.

О степени разомкнутости техногенного круговорота можно судить по его вмешательству в глобальный круговорот углерода. Непосредственная техногенная эмиссия CO_2 в атмосферу составляет 30 Гт/год. К этому количеству добавляется еще по меньшей мере 3,5 Гт CO_2, выделяющегося в результате изъятия фитомассы и эрозии почвы. Кроме этого, судя по массе сильных кислот, образующихся из техногенных оксидов серы и азота и выпадающих на землю в виде кислотных дождей, вытесняемый ими CO_2 из карбонатов и органики почвы дает еще минимум 1,5 Гт углерода. Таким образом, в результате непосредственного и косвенного вмешательства в природный круговорот углерода общее количество CO_2, ежегодно выбрасываемого в атмосферу, достигло 35 Гт и на 10% увеличило планетарный обмен углерода.

Казалось бы, при очень высокой замкнутости биосферного круговорота углерода и огромной буферной емкости биосферы и океана по связыванию атмосферного избытка CO_2 это увеличение не должно приводить к нарушению равновесия. Более того, можно было бы ожидать улучшения углеродного питания растений и повышения их продуктивности. Но в действитель-

ности содержание CO_2 в атмосфере на протяжении последних десятилетий неуклонно увеличивается. Следовательно, буферные системы биосферы и океана не справляются с регулированием равновесия потоков CO_2. Это можно объяснить снижением ассимиляционного потенциала земной флоры (в основном из-за быстрого сокращения площади лесов) и значительным загрязнением суши и поверхности океана (рис. 6).

Нарастание концентрации CO_2 в атмосфере вместе с другими техногенными газами усиливает *парниковый эффект*, т.е. поглощение нижним слоем атмосферы инфракрасного излучения падающей на землю солнечной радиации. Это приводит к некоторому повышению средней температуры атмосферы, гидросферы и поверхности земли – так называемому *глобальному потеплению*. Судя по вековым колебаниям температуры и концентрации CO_2 в атмосфере (Медоуз и др., 1994), изменение концентрации CO_2 на 0,01% сопровождается изменением температуры атмосферы на 10°. Существует, однако, мнение, что техногенная эмиссия CO_2 не может играть определяющую роль в подобных сдвигах (Будыко, 1991). За последние 30 лет для нижних слоев атмосферы и поверхности суши оно составило не менее 0,6°, что соответствует прибавке колоссального количества энергии. Повышение температуры способствует дополнительному выделению углекислого газа из воды. почвенной влаги, тающих льдов, отступающей вечной мерзлоты, поскольку растворимость CO_2, в воде заметно снижается с повышением температуры. Кроме этого, техногенные кислотные осадки помимо прямого негативного действия на биоту вытесняют CO_2 из карбонатов почвы, вод и грунтов. Возник порочный круг самоусиления парникового эффекта (рис. 6). Таким образом, современная техносфера не только вытесняет и замещает биосферу, но и нарушает средорегулирующую функцию биосферы, что еще опаснее. Эта опасность усугубляется тем, что техносфера не может существовать без биосферы, так как в огромной мере пользуется ее средой и ее ресурсами.

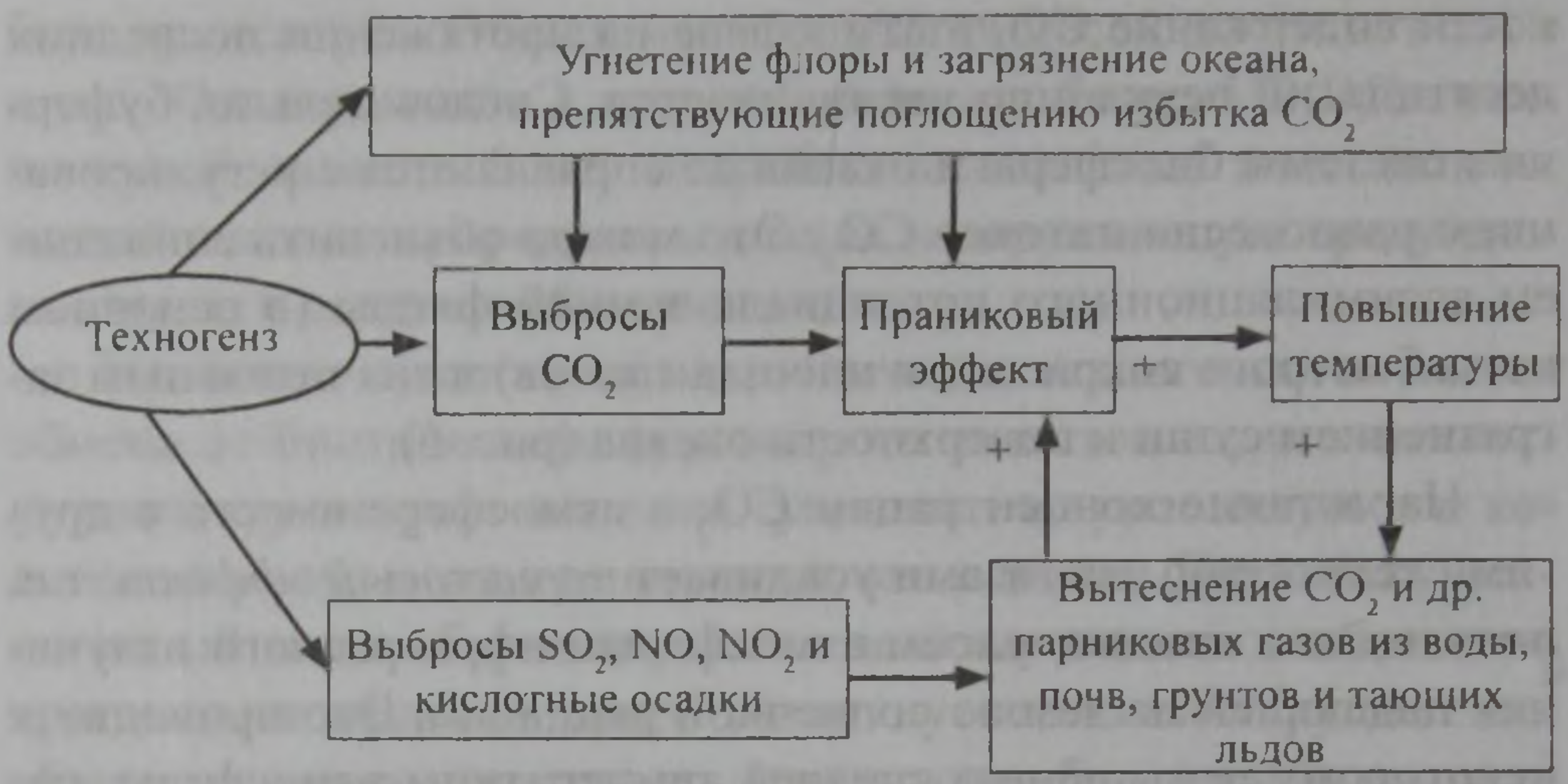


Рис. 6. Схема, поясняющая нарушение биотической регуляции круговорота углерода и самоускорение парникового эффекта

6.2. Этапы техногенеза

Современному этапу общественного развития предшествовала длительная история становления средств производства, техники и технологий.

Начало техногенезу положил первый костер, зажженный человеком. Применение огня расширило ареал человека, дополнило собирательство и охоту новыми приемами добывания, приготовления и запасания пищи, зародило возможность будущих термотехнологий. Уже в неолите возникли условия для развития ремесел и профессионального разделения труда. Но человек еще не научился трансформировать энергию огня. Это была *эпоха мускульной энергетики,* когда в распоряжении человека были только собственная сила, а затем и сила приручennых животных, а также простые механизмы – преобразователи мускульной силы.

Начиная с VIII–XI в. к ним добавляются изобретения, использующие силы воды и ветра. Наступила *эпоха механоэнергетики на возобновимых ресурсах.* Технические возможности человека расширились, и одновременно усилилось его давление на природу. Уже в эпоху Возрождения (XV–XVII вв.) рост на-

селения, развитие ремесел и торговли, городов и дорог, географические открытия и завоевания, строительство, судостроение, военное дело ускорили освоение новых земель, сведение лесов и дали мощный толчок развитию рудного дела и металлургии, а затем и машин на механическом приводе. Однако наибольшее ускорение и экологическое значение техногенез приобрел с момента появления тепловых машин и начала использования ресурсов ископаемого топлива.

Еще в преддверии промышленной революции, когда уже стал ощущаться дефицит древесного топлива и требовалось повышение эффективности земледелия (XVIII в.) одноступенчатые механические преобразователи природных сил перестали удовлетворять человека. Он постоянно нуждался в концентрации энергии, в повышении ее качества, в увеличении силы и мощности, прилагаемой к объектам деятельности. Появились первые преобразователи тепловой энергии. Наступила *эпоха химической теплоэнергетики на невозобновимых энергоресурсах.* Как только оказалось, что созданное и контролируемое человеком изделие – машина, состоящая из топки, котла и парового двигателя, может развивать мощность многих лошадиных сил, направление общественного прогресса и дальнейших взаимоотношений человека с природой было однозначно предрешено. Недаром эпитафия на могиле Джеймса Уатта содержит слова: «...увеличил власть человека над природой...».

С тех пор эта власть проявляется, главным образом, в потреблении природных ресурсов и загрязнении среды. Эпоха истощительной химической теплоэнергетики еще не закончилась, но уже надвинулась следующая – *эпоха ядерной теплоэнергетики на невозобновимых ресурсах,* грозящая еще более опасным загрязнением

XX век. Природопокорительская экспансия человечества постоянно нарастала. В XX в. вместе с демографическим взрывом происходит еще более мощный подъем техногенеза. Он обусловлен приростом реализуемых материалов, мощностей и материально-энергетических потоков, приходящихся в среднем на каждого жителя планеты. Общий масштаб этих потоков стал

сопоставим с масштабом природных процессов. Наиболее характерные черты всемирного техногенеза в XX в. можно представить следующим образом:

1. *За 100 лет мировое потребление энергии увеличилось почти в 14 раз (удвоение в среднем каждые 27 лет).* Суммарное потребление первичных энергоресурсов превысило 400 млрд т условного топлива. С 1953 г. по 1972 г. ежегодный прирост энергопотребления был равен приросту валового мирового продукта и составлял 4,5%. С 1950 г. по 1985 г. среднее душевое потребление энергоресурсов удвоилось и достигло 68 ГДж/год. Это значит, что мировая энергетика росла вдвое быстрее, чем численность населения.

2. *В структуре топливного баланса большинства стран мира произошел переход от преобладания дров и угля к преобладанию углеводородного топлива: нефти и газа (до 65%), а также к заметному вкладу гидроэнергетики и ядерной энергетики.* Хозяйственное значение начинают приобретать альтернативные энергетические технологии. С 1950 г. по 1995 г. в 2 раза возросло преобразование топлива в электроэнергию. Среднее душевое потребление электроэнергии достигло 2400 кВт/ч год. Это оказало большое влияние на структурные сдвиги в производстве и быте сотен миллионов людей.

3. *Многократно увеличились добыча и переработка минеральных ресурсов: руд и нерудных материалов.* Производство черных металлов возросло за столетие в 8 раз и достигло в начале 80-х годов 850 млн т/год. Еще интенсивнее был рост производства цветных металлов, в основном за счет начала и очень быстрого наращивания выплавки алюминия, составившей к концу 80-х годов 14 млн т/год. В 40-х годах началась и стремительно выросла промышленная добыча урана. Производство цемента за 90 лет выросло почти от нуля до 1 млрд т/год.

4. *В XX в. значительно вырос объем и изменилась структура машиностроения в связи со станкостроением, развитием техники двигателей внутреннего сгорания, электротехники и автоматизации.* Быстро увеличивались число и единич-

ная мощность производимых машин и агрегатов. Появились и получили быстрое развитие такие отрасли, как производство средств связи, приборостроение, радиотехника, электроника, вычислительная техника. Преобладание транспортного машиностроения выразилось в более чем тысячекратном росте производства самодвижущихся транспортных единиц. В 1998 г. было выпущено 45 млн легковых автомобилей.

5. *Важной чертой современного техногенеза является интенсивная химизация всех отраслей хозяйства.* За последние 50 лет было произведено и применено более 6 млрд т минеральных удобрений. Для различных целей в обиход было введено более 400 тысяч различных синтетических соединений. Начало массового производства многих продуктов крупнотоннажной химии, в частности, нефтехимии и оргсинтеза, относится к середине столетия. За 40 лет в десятки раз возросло производство пластмасс, синтетических волокон, синтетических моющих средств, пестицидов, лекарственных препаратов.

6. *Научно-техническая революция в вооружении устранила географические и природные ограничения в применении военной техники.* Космос и воздушное пространство, вода и подводное пространство, земная поверхность вплоть до полюсов холода и жары стали доступны для ведения боевых действий. Появление принципиально новых видов оружия массового поражения (ОМП) и их дальнейшая разработка на качественно иных физических принципах (создание кинетического, вакуумного; лазерного, биосферного, метеорологического и других видов ОМП; создание боевых космических систем направленной энергии; разработка методов очагового разрушения озонового слоя) создали непосредственную угрозу выживаемости человечества в термоядерную эпоху. О масштабе и скорости роста результатов техногенеза в XX в. дают представление некоторые данные таблицы 5.

5. Результаты развития техногенеза в XX в.

Показатель	Начало XX века	Конец XX века
Валовой мировой продукт, млрд долл./год	60	25000
Энергетическая мощность техносферы, ТВт	1	14
Численность населения, млрд человек	1,6	6,0
Потребление пресной воды, км/год	360	5000
Потребление первичной продукции биоты, %	1	40
Площадь лесопокрытых территорий, млн км^2	57,5	50,0
Рост площади пустынь, млн км^2	-	1,7
Сокращение числа видов, %	-	-20
Площадь суши, занятая техносферой, %	20	60

В первой половине XX в. была уверенность, что многие проблемы разрешатся с помощью техники. В течение века было зафиксировано множество открытий и изобретений, сменилось несколько поколений техники. Но убавилось ли у человека проблем?

Техногенез, как и его инициатор - человек, стремится к занятию всевозможных «экологических ниш» и поэтому оказывает сильное влияние на экологию биосферы, вытесняя природные экологические системы и процессы. Смена этапов техногенеза, основных типов технологий происходит неизмеримо быстрее, чем сменяются «технологии» биотического круговорота в эволюции биосферы. Огромный технический потенциал человечества сам по себе обладает внутренней неустойчивостью. Из-за высокой концентрации в пределах биосферы и среды человека источников риска (все виды вооружений, отравляющие вещества и ядерное топливо) этот потенциал не только угрожает биосфере, но и включает потенциал самоуничтожения. Эта угроза не так уж легко осознается, поскольку в психологии масс она маскируется положительными результатами социального про-

гресса во второй половине столетия, когда возросли доходы населения, более эффективными стали системы здравоохранения и образования, улучшилось питание людей, увеличилась продолжительность жизни.

В XX в. техногенез приобрел глобальный характер и качественно новую форму, способствуя быстрому расширению и распространению техносферы – совокупного результата хозяйственной деятельности человека.

В целом концепция ноосферы разработана слабо, хотя не вызывает сомнений основной тезис В.И. Вернадского и А.Е. Ферсмона – человечество стало мощной геохимической силой. Согласно О.П. Добродееву, по масштабам многие процессы техногенеза намного превышают природные. Так, ежегодно из недр извлекается на много больше металлов, чем выносится с речным стоком (Pb – почти в 70 раз, Cr – в 35 раз, Cu – в 30 раз, P – в 20 раз, Fe, Mn – в10 раз, Zn – в 5, Al – в 3 раза и т. д.) . Только при сжигании угля освобождается больше металлов, чем выноситься с речным стоком (V – в 400 раз, Mo – в 35 раз, Cr – в 20 раз и т. д.).

В ноосфере происходит грандиозное перемещение атомов, их рассеяние и концентрация. Ежегодно в мире перемещаются миллиарды тонн угля, нефти, руд и строй материалов. В течении немногих лет рассеиваются месторождения полезных ископаемых, накопленные природой за миллионы лет. С продукцией сельского хозяйства и промышленности атомы мигрируют на огромные расстояния.

В XX в. техногенез стал главным геохимическим фактором на поверхности Земли. Ежегодно добывается около 100 млрд т сырья горные и строительные работы перемещаются не менее 1 км^3 горных пород, что соизмеримо с денудационной работой рек (Е.М. Сергеев). Мощность производства удваивается каждые 14–15 лет. Следовательно, первое существенное отличие ноосферы от биосферы – *огромное ускорение миграции.*

6.3. Природная среда и природные ресурсы в условиях техногенеза

Природная среда представляет собой систему тесно взаимосвязанных и взаимозависимых компонентов, природных процессов и явлений, чувствительно реагирующих на любые изменения. Хотя она и способна к самовосстановлению благодаря особым законам обмена веществ и энергии, однако эти возможности небезграничны. Эта система развивалась и функционировала миллионы лет, но человек на современном этапе своей деятельностью настолько разбалансировал природные связи всей глобальной экосистемы, что она начала активно деградировать, теряя способность самовосстанавливаться.

Природную среду называют *мегаэкзосферой* постоянных взаимодействий и взаимопроникновения элементов и процессов четверых ее составных экзосфер (приповерхностных оболочек): атмосферы, литосферы, гидросферы и биосферы- под влиянием экзогенных (в частности космических) и эндогенных факторов и деятельности человека. Любая из экзосфер имеет свои составные элементы, структуру и особенности. Три из них – атмосфера, литосфера и гидросфера, сформированных косной материей является ареалом функционирования живого вещества – биоты – главного компонента четвертой составной окружающей среды – биосферы.

Природные ресурсы являются основной частью экономических ресурсов, т.е. кроме факторов среды, каковыми они являются для биосферы, они являются еще и факторами производства.

Под природными ресурсами с позиции техногенеза, т.е использования их в общественном производстве, понимают все то, что человек добывает и потребляет для обеспечения своего существования – продукты питания, минеральное сырье, энергоносители, пространство для жизни, воздушное пространство, воду, объекты для удовлетворения эстетичных потребностей. Источником природных ресурсов для людей являются в разной степени интенсивности использования ли-

тосфера, атмосфера, гидросфера и живые организмы.

Ресурсы в техносфере – это вещества, материалы, силы и потоки вещества, энергии и информации, которые:

- образуют входные звенья хозяйственных циклов, являются их необходимыми участниками и, в связи с этим, носителями функции полезности;
- имеют измеряемое количественное выражение: массу, объем, плотность, концентрацию, интенсивность, мощность, стоимость;
- при изменениях во времени подчиняются фундаментальным законам сохранения.

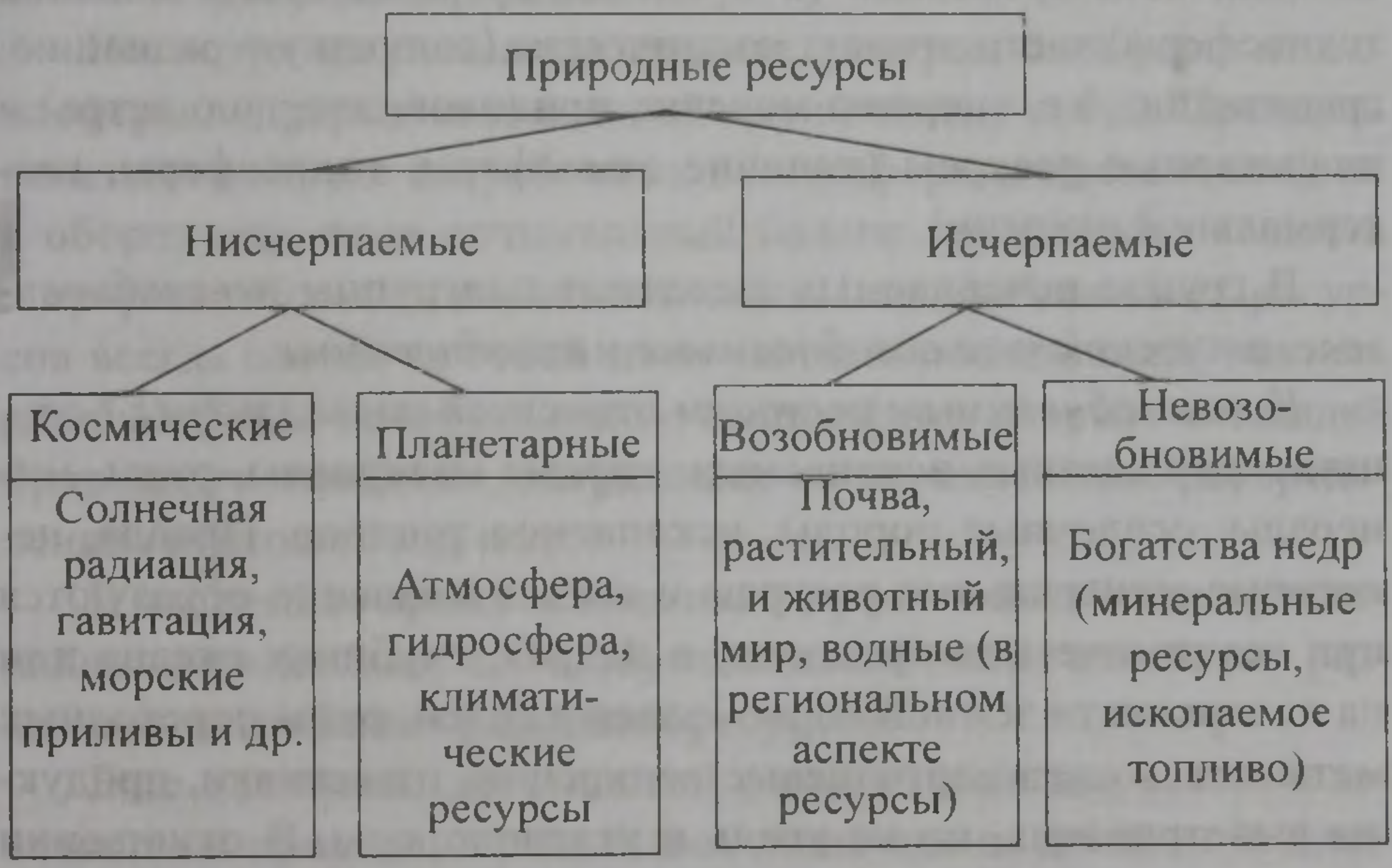


Рис. 7. Схема классификации природных ресурсов

Сложилось так, что все естественные материальные и энергетические ресурсы, используемые человеком, называют *природными ресурсами.* При этом часто забывают, что большинство из них является ресурсами не только для человека, но в основном и в первую очередь ресурсами живой природы.

Классификация ресурсов. В классификацию природных ресурсов заложено несколько критериев в зависимости от аспекта рассмотрения их вида, роли, функционального назначения, содержания и использования.

Естественная классификация основана на разделении ресурсов по компонентам природной среды: земельные, минеральные, водные, климатические, растительные, животного мира и т.п.

В *хозяйственной классификации* ведущее значение имеет отраслевая принадлежность: ресурсы топливно-энергетического комплекса, металлургии, химической промышленности, сельского хозяйства, лесоперерабатывающей промышленности и т.д.

С эколого-экономической точки зрения, важна классификация природных ресурсов по признакам исчерпаемости. К практически *неисчерпаемым* (в пределах времени существования техносферы) часто относят космические (солнечную радиацию, гравитацию, т.е. энергию морских приливов, энергию ветра) и планетарные ресурсы (наличие атмосферы, гидросферы, геотермальной энергии).

В группе исчерпаемых выделяют подгруппы *невозобновимые, относительно возобновимые и возобновимые*.

К *невозобновимым ресурсам* относится подавляющее большинство полезных ископаемых: горные материалы, руды, минералы, осадочные породы, ископаемое топливо. Правда, некоторые минеральные ресурсы и сейчас медленно образуются при геохимических процессах в недрах, глубинах океана или на поверхности земной коры – залежи солей, руды переходных металлов, железомарганцевые конкреции, известняки, продукты выветривания, но не уголь и углеводороды. В отношении полезных ископаемых большое значение имеют доступность и качество ресурса, а также количественное соотношение между оцененными потенциальными, реальными разведанными и эксплуатационными запасами.

Относительно возобновимые и возобновимые ресурсы – это вещества и силы, которые создаются на Земле благодаря текущему потоку солнечной энергии: тепло, атмосферная влага, вода осадков и всех пресных вод, течение рек и гидроэнергия, почва, все живые организмы, наконец, сам человек. Для различных возобновимых, особенно для биологических ресурсов,

существуют пределы скорости изъятия и степени исчерпания, после превышения которых уже невозможно возобновление, так как нарушается его естественный режим. Чаще всего это относится к численности популяции или биоразнообразию экосистем. Но это может быть отнесено и к биосфере в целом.

Принципиальное отличие техносферы от биосферы заключается в том, что биосфера использует исключительно контролируемые ею возобновимые ресурсы, тогда как человек в техносфере, кроме захвата значительной части биосферных ресурсов, использует и огромную массу невозобновимых ресурсов, значительная часть которых не нужна биоте биосферы, но влияет на ее функционирование.

Несмотря на указанное отличие, ресурсы биосферы и техносферы непрерывно взаимодействуют между собой. Преждевременное изъятие погребенных в литосфере веществ и ввод их в оборот нарушает оптимальный баланс круговорота веществ в природе. Кроме того, использование невозобновимых ресурсов всегда влечет за собой цепь частных последствий, важных для биосферы: преобразование ландшафтов, изъятие площадей природных экосистем, деградацию почв, изменение распределения грунтовых вод и др.

В настоящее время экономика мирового хозяйства чрезвычайно природоемка, что и обусловливает техногенный тип развития и истощение природных ресурсов.

Еще несколько десятилетий назад отношение всего человечества к природе определялось лишь одним девизом: подчинить, взять самое большее, ничего не отдавая, поскольку богатства Земли неисчерпаемые. Люди брали, разрушали, сжигали, вырубали, убивали, истощали, поглощали, не считаясь с последствиями.

Последствия не заставили себя ждать: явные нарушения дисбаланса в природе и окружающей среде вследствие антропогенеза, не считавшегося с природными законами обернулись серьезными проблемами непосредственно для самих людей (загрязнение среды обитания, истощение почвенного плодородия, дефицит питьевой воды, опустынивание и многие другие про-

блемы). К тому же обнаруживается, что практически неисчерпаемых ресурсов в природе вообще нет. Условно пока еще можно относить к неисчерпаемым общие запасы воды на планете и кислорода в атмосфере. Но через их неравномерное распределение уже сегодня в отдельных районах и регионах Земли ощущается их острый недостаток. Все минеральные ресурсы принадлежат к невосстановимым и главнейшие из них ныне уже исчерпаны или находятся на границе уничтожения (уголь, железо, марганец, нефть, полиметаллы). Через быструю деградацию ряда экосистем биосферы в последнее время ресурсы живого вещества – биомассы – тоже перестали восстанавливаться, как и запасы пресной питьевой воды.

В конкретных земных, и тем более, современных техносферных условиях действует закон ограниченности (исчерпаемости) всех природных ресурсов, который более всего затрагивает земельные, водные, минеральные, энергетические, биоресурсы.

Земельные ресурсы. Прикладная геоэкология рассматривает земельные ресурсы с нескольких точек зрения. Наиболее существенными являются:

- *размеры* территории, совокупность площадей освоения и эксплуатации, техноемкость и демографическая емкость территории;
- *географическое положение* территории, принадлежность к определенной природной зоне, географической области, типу ландшафта;
- *качество земли, почвы* – субстрата и источника биопродукции, в том числе продукции сельского хозяйства;
- земля как *покров недр* и доступ к их богатствам.

Как уже отмечено, производственой деятельностью человека и продуктами труда в той или иной мере охвачено все пространство планеты. Однако плотность размещения объектов и материальных потоков техносферы очень сильно варьирует. Она близка к распределению плотности населения и отражает размещение современной цивилизации на планете. В 80-х годах на основе аэрокосмических данных была оценена площадь земель, не затронутых хозяйствен-

ной деятельностью. Оказалось, что их осталось всего около 38 млн км^2, т.е. 28% площади суши, не считая материковых льдов (табл. 6). Нарушение естественных экосистем на большей части территории суши (т.е. то, что обычно называют освоением) – самый существенный и наиболее драматичный результат техногенеза, гораздо более серьезный, чем глобальное потепление и изменение климата. Человечество проделало множество огромных «дыр» в зеленом покрове планеты, которые намного опаснее, чем «озоновые дыры».

6. Площадь земель, не затронутых хозяйственной деятельностью, %*

Континенты	По критерию Hannah et ai (1994)	По данным съемок из космоса
Европа	15,6	5,7
Азия	43,5	22,9
Африка	48,9	27,0
Северная Америка	56,3	34.0
Южная Америка	62,5	20,9
Австралия	62.3	27,1
Вся суша*	56,0	28,3

*Без Антарктиды и других ледяных и скальных поверхностей

Главную нагрузку по стабилизации окружающей среды несут Мировой океан и сохранившиеся наземные природные экосистемы. В Северном полушарии наибольшие площади ненарушенных хозяйственной деятельностью территорий имеют Россия и Канада, где сохранились самые крупные массивы естественных лесных сообществ. В Южном полушарии наиболее ощутимый вклад в стабилизацию окружающей среды вносят Бразилия, экваториальная Африка и Австралия. Особенно важную роль в поддержании устойчивости биосферы играют высокопродуктивные влажные тропические леса в бассейне Амазонки.

Чем мощнее энергетика страны и чем выше потребление первичной продукции биоты в ней, тем больший вклад она

вносит в глобальную деформацию окружающей среды. Ее показателем может служить мощность, приходящаяся на единицу площади. Если соотнести эти величины с глобальной мощностью, то для каждой страны можно определить *коэффициент антропогенного давления*. Ранжированные значения этого коэффициента для ряда стран и присущая им степень ненарушенности естественных биогеоценозов приведены в нижеприведенной таблице 7.

7. Коэффициент антропогенного давления и доля (в %) ненарушенных территорий

Страны	Коэффициент антропогенного давления	Доля ненарушенных территорий, %
Нидерланды	42	0
США	34	4
ФРГ	19	0
Япония	16	0
Республика Корея	4	0
Мексика	1,2	2
Китай	1,1	20
Индия	1,0	1
Заир	0,8	61
Россия	0,7	45
Бразилия	0,5	68
Канада	0,4	64
Австралия	0,2	71
Мир	1	39

Известные 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 это территория со среднегодовой температурой выше (-2°)С и с высотой над уровнем моря менее 2000 м. Только небольшие этнические группы людей оказались приспособленными к существованию и ведению хозяйства в условиях Субарктики и высокогорья.

Из 149 млн км^2 площади суши на долю земель, в принципе пригодных для хозяйственного освоения и в значительной степени уже освоенных, приходится лишь около 60 млн км^2. В настоящее время площадь занятых и возделанных человеком земель близка к 25 млн км^2 (1/6 площади суши). Из них около 10 млн км^2 заняты городами и другими поселениями, сооружениями, коммуникациями, полигонами, горными выработками, т.е. всецело техногенными ландшафтами, исключающими на этих землях биосферную регуляцию. Остальные 15 млн км^2 (1,5 млрд га) заняты агроценозами, пашней, т.е. также сильно измененными ландшафтами. Площадь постоянных пастбищ для сельскохозяйственных животных близка к 25 млн км^2. Следовательно, под прямым контролем человека находится около 50 млн км^2. По мнению экологов, эта площадь уже превышает допустимый предел земельных ресурсов, подлежащих хозяйственному использованию, в том числе и для интенсивного земледелия. Пашня может быть увеличена лишь за счет пастбищ и лесов, что чревато серьезными эколого-экономическими потерями. В то же время с возделанными землями соседствуют огромные пространства пустынь и полупустынь, занимающие в разных зонах более 30 млн км^2.

На каждого жителя Земли в настоящее время приходится в среднем около 1/4 га пашни. Почти 90% площади возделанных земель находится в тропиках, субтропическом, суббореальном поясах и разделены между ними почти поровну. Однако показатель относительного использования земель наибольший в суббореальном поясе – в полосе лесостепи, степей и прерий (32%). Здесь сочетаются наиболее благоприятные почвенные и климатические условия для выращивания главных земледельческих культур.

К середине XX столетия в странах пояса сухих субтропиков продовольственное положение резко ухудшилось из-за быстрого роста населения и дефицита плодородной земли. Наступление массового голода в 50–70-х годах было задержано с помощью комплекса мер, получивших название *«зеленой революции»*. Ее слагаемыми были: внедрение новых сортов сельскохозяйствен-

ных растений, устойчивых к заболеваниям и отзывающихся на орошение и удобрение высокими урожаями; внедрение новых агротехнических приемов и средств защиты растений; обучение крестьян; изменение экономической структуры сельского хозяйства. Эти меры имели большое значение. Благодаря им во многих странах, в том числе таких, как Индия, Индонезия, Бангладеш, Бразилия, Нигерия, урожаи зерна за 25 лет выросли в 2–3 раза, в Мексике – в 4 раза. Мировое производство зерновых увеличилось с 700 млн т до 1820 млн т в год. Быстро развивалось и животноводство: производство молока в Европе удвоилось, а мяса – утроилось. Поголовье основных видов скота приблизилось к числу людей на Земле и превзошло их по массе.

Достижения «зеленой революции» оказались временными, так как поддерживать опережающий рост производства продовольствия становится все труднее. Это значительно обостряет продовольственную проблему во многих регионах Земли. Из-за экономического неравенства и неравномерности распределения продовольствия более 1 млрд человек в слаборазвитых странах питаются недостаточно, а от 0,5 млрд до 1 млрд человек хронически голодают.

Несмотря на большую потребность в расширении посевных площадей освоение новых земель в отдельных регионах мира уже практически не приводит к увеличению мировой пашни. Во-первых, все время нарастает экспансия неаграрных объектов. Во-вторых, одновременно с распашкой новых земель значительные площади пашни выбывают из хозяйственного использования из-за разных форм детериорации, т.е. порчи земли. Значительные затраты на мелиорацию (т.е. улучшение земли) часто уже не могут остановить этот процесс.

Основными причинами потерь части земельных ресурсов сельского хозяйства являются:

а) *эрозия почвы* – смыв или сдувание поверхностного плодородного слоя почвы водой и ветром;

б) *потеря гумуса и снижение плодородия* вследствие неправильной агротехники, в основном из-за отсутствия севооборотов и недостаточного возвращения в почву питательных веществ;

в) *подтопление и вторичное засоление почвы,* вызываемое бездренажным орошением и неконтролируемой подачей воды;

г) *машинная деградация почвы* (переуплотнение, нарушение структуры пахотного слоя, смешивание его с подстилающей породой;

д) *химическое и радиационное загрязнение почвы.*

Одним из наиболее серьезных проявлений деградации земель является *«техногенное опустынивание»,* вызванное деятельностью человека и изменениями климата. Большая площадь современных пустынь имеет антропогенное происхождение. От деградации почвы уже пострадали 70% засушливых земель планеты – территория, которая по площади в три раза больше Европы. Скорость опустынивания в мире сейчас достигла 7–10 млн га в год. Кроме этого ежегодно еще 20 млн га теряют продуктивность из-за эрозии и наступления песков. Примерно такова же и скорость сокращения площади лесов. Это одна из самых длительных и грозных тенденций утрат природы. Практически весь земельный фонд мира подвержен той или иной степени деградации.

За всю историю человечества было потеряно больше земель, чем теперь обрабатывается. Общая антропогенная потеря почв в мире около 90 млрд тонн в год. Это в 4 раза больше, чем естественный снос континентальными водотоками, реками. Интенсивной эрозии в мире подвержено более 20% площади обрабатываемых земель. За последние 40 лет их мировой фонд сократился на 250 млн га. Сейчас этот процесс идет в среднем со скоростью 7,5 млн га в год.

Водные ресурсы. Техносфера конкурирует с экосферой за наиболее доступные резервуары пресной воды. Тем более, что водоемкость всего человеческого хозяйства в XX столетии увеличилась в 12 раз и достигла огромной величины: около 5 тыс. км^3 в год. Это почти 14% годового стока всех рек мира. Правда, некоторую часть этого объема составляют подземные воды, не доступные для биоты. Вместе с ними общий водохозяйственный потенциал ресурсов пресной воды оценивается в 2,5–2,8 млн км^3/год, а современные доступные экс-

плуатационные запасы – в 42 тыс. км^3/год. Из них лишь 1/3 составляет устойчивую часть речного стока. Около 70% мирового водопотребления приходится на сельское хозяйство, 13% – на промышленность, 10% – на коммунально-бытовые нужды.

Преобладающим источником водоснабжения в мире остаются реки. Однако гидроэнергетика и возросшее водопотребление нуждаются в емких резервуарах воды, мало зависящих от сезонных перепадов стока. Поэтому многие тысячи рек в XX в. зарегулированы. Более 30 тысяч водохранилищ с общей площадью зеркала больше площади Черного и Азовского морей увеличили мгновенный объем воды в речных системах и средний период обращения воды в них в 6–7 раз.

Общий объем организованных (технических) стоков водоотведения в поверхностные водоемы и водотоки мира превышает 1300 км^3/год. Для достаточного разбавления содержащихся в них техногенных примесей требуется в среднем в 10 раз больше свежей воды. Таким образом, потенциал суммарного антропогенного вмешательства в природный круговорот воды достигает 18 тыс. км^3/год, что составляет уже половину речного стока мира. Кроме того, существует еще значительное косвенное вмешательство в глобальный круговорот воды, обусловленное уменьшением объема транспирации из-за вырубки лесов.

Вода некоторых рек в промышленных районах мира полностью (в ряде случаев более, чем однократно) проходит через различные технические системы водопотребления. Благодаря применению в промышленности и энергетике водооборотных циклов суммарное использование воды в этих отраслях в целом в 2,8 раза превышает объем забора свежей воды. Разумеется, водообеспеченность хозяйства и населения в разных регионах мира очень различны.

Водоемкость разных производств зависит от вида продукции, применяемых технических средств и технологических схем водоснабжения. Так, на производство 1 т разных видов готовой продукции расходуются в среднем такие объемы воды (в м^3): угля – 0,6, нефти – 3, стали – 40, синтетических волокон – 300, бумаги – 900, резины – 2300. Большие объемы воды требуются

для охлаждения энергоблоков: для работы ТЭС мощностью 1 ГВт 1,2–1,6 км^3 воды в год, а для работы АЭС той же мощности – до 3 км^3 в год. Если бы цена природной воды включалась в цену продукта, то от многих водоемких технологий человечеству пришлось бы отказаться по экономическим соображениям.

В питьевом водоснабжении населения в настоящее время все большее значение начинают приобретать подземные источники. На них основано водное хозяйство более 25% городов мира, в том числе и многих крупных. Используются преимущественно пресные воды из зон активного водообмена и артезианских бассейнов с минерализацией менее 1 г/л, более чистые в санитарном отношении, но и более минерализованные, чем речные воды. Практически вся вода, поступающая в магистрали питьевого водоснабжения, нуждается в специальной водоподготовке. Проблема качества воды связана в основном с массированным техногенным загрязнением поверхностных и отчасти подземных природных вод.

Современное техногенное вмешательство в планетарный круговорот воды близко к критическому уровню, превышение которого может существенно повлиять на процессы в биосфере, на географическое распределение осадков и качество воды природных источников.

Биоресурсы. Эксплуатация биоресурсов Земли не ограничивается сельским хозяйством. За его рамками оказывается масштабное изъятие человеком значительной части ресурсов, контролируемых биосферой: вырубка лесов, сбор их продукции, промысел рыбы, морепродуктов, зверей и птиц, нарушение и уничтожение природных биоценозов, уменьшение биологического разнообразия.

На заре земледелия и скотоводства лесами были покрыты не менее 62 млн км^2 поверхности суши. Согласно оценке Лесного Департамента ФАО ООН (1994 г.) общая площадь лесов мира составляет 40 млн км^2. Следовательно, за время существования человеческой цивилизации уничтожено 35% площади лесов, причем больше половины этой доли – за последние 150 лет. Сейчас в основном уменьшается площадь тропических лесов.

В развитых странах умеренных широт (США, Западная Европа), где остались практически только вторичные леса, площадь их не уменьшается, но усиливается деградация и поражение лесов из-за техногенного загрязнения воздуха и почвы. В целом в Западной Европе площадь пораженных лесов составляет 38% залесенной площади.

Суммарное потребление древесины в мире (по данным вывозки деловой древесины) в настоящее время составляет около 3 млрд $м^3$ в год. Это соответствует изъятию приблизительно 7% годовой биопродукции всех лесов. Больше половины этого количества приходится на тропические леса Азии, Африки и Латинской Америки. По оценке ФАО, глобальное сокращение лесов в 18 раз опережает их восстановление. Сохранение этой тенденции представляет очень серьезную экологическую угрозу. Во-первых, сокращается биомасса и продукционный потенциал биосферы, а, следовательно, и глобальный ресурс фотосинтеза. В свою очередь это ведет к ослаблению газовой функции биосферы и ее способности строго регулировать ассимиляцию солнечной энергии и состав атмосферы.

Во-вторых, уменьшается вклад транспирации в круговорот влаги на суше, что ведет к изменению режима осадков и может ускорить аридизацию больших пространств. В зоне тропических лесов влагооборот почти полностью зарегулирован растительностью, и ее уничтожение в условиях интенсивной солнечной радиации резко изменяет климатические условия. Вырубка лесов в горных районах и на водоразделах приводит к учащению наводнений, селей и засух на прилегающих территориях. Ослабление средорегулирующей функции лесов усиливает влияние случайных слагаемых климата, делает его менее устойчивым.

В-третьих, наступают негативные биологические последствия, так кик леса служат источником и экологическим резервуаром большинства биоценозов Земли. Вместе с лесом исчезают биотопы многих видов, уменьшается биологическое разнообразие. Влажные тропические леса покрывают сейчас всего 7% поверхности суши, но на них приходится более 2/3 всех ви-

дов животных и растений, многие из которых еще не изучены и могут представлять собой чрезвычайно ценный биологический материал. Если вырубка лесов в Юго-восточной Азии, в бассейнах Амазонки и Конго будет продолжаться такими темпами, как сейчас, то в ближайшие десятилетия будет утрачена существенная часть генофонда планеты.

За 10 тысячелетий земледельческой цивилизации человеком в значительной мере преобразованы практически все пространства нелесных равнинных экосистем - по разным оценкам, от 30 до 50 млн км^2 степей, лесостепей, саванн, прерий. Замена природных фитоценозов агроценозами привела к резкому изменению экосистемного облика больших территорий суши. Вместо устойчивых естественных сообществ десятков видов растений возникли искусственные монокультуры, не способные к самоподдержанию. Продукционный потенциал земли при этом уменьшился, а оставшиеся характерные для соответствующих природных зон дикие растения и животные стали «сорняками» и «вредителями». Человеку пришлось взять на себя многочисленные функции для поддержания агроценозов и изобрести различные средства для этого – от мотыги до должности министра сельского хозяйства. Агроценозы не только нанесли удар по биоразнообразию, но и ускорили неблагоприятную для земледелия эволюцию ряда видов, вредящих культурным растениям.

По сравнению с продукцией животноводства использование дикой наземной фауны в настоящее время незначительно и играет определенную хозяйственную роль лишь для небольшой части населения. Тем более, что человек очень сильно сократил размеры природных популяций многих зверей и птиц. Масштабы хозяйственно необходимой промысловой охоты сейчас уже уступают охоте спортивной, добыче охотничьих трофеев и спекуляции экзотическими животными – одной из форм изуверских развлечений и преступного бизнеса.

Зато большое хозяйственное значение сохраняется за водными биоресурсами. 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, в процессе вылова ущерб наносится более чем 70% мировых эксплуатационных запасов промысловых рыб.

Одно из наиболее серьезных проявлений давления техносферы на биосферу – обеднение природных экосистем, уменьшение биологического разнообразия. Выше уже говорилось об этом. Здесь следует подчеркнуть, что биоразнообразие является не только условием существования биосферы, но и может рассматриваться как важный ресурс техносферы. Генетическое разнообразие многих видов растений, животных, микроорганизмов используется в сельском хозяйстве, медицине, биологической промышленности и д|зет немалый экономический эффект. Материалы, полученные за счет дикой фауны и флоры, идут на изготовление ценных эфирных масел, клеев, восков, смол, красителей, дубильных веществ, лекарств, инсектицидов и т.п.

Однако из нескольких миллионов биологических видов в поле зрения людей, занятых изучением или хозяйственным использованием организмов, попадает едва лишь сотая часть. В то же время из-за деградации природной среды, загрязнения, разрушения биоценозов биосфера ежегодно теряет 10–15 тысяч биологических видов, преимущественно низших форм.

Особенно невосполнима утрата редких эндемических видов растений, насекомых, рыб и других животных, как это происходит в районах со своеобразной флорой и фауной. Причины те же: хозяйственное освоение, перепромысел, вырубка лесов, загрязнение. За последние 40 лет из-за полного исчезновения или резкого снижения численности популяций был прекращен промысел 18 ценных видов рыб. По этим же причинам международными соглашениями резко ограничен промысел китов и некоторых ластоногих. За всю историю охоты на животных человеком полностью уничтожены десятки видов крупных млекопитающих и птиц. В их числе мамонт, ирландский олень, тур, квагга, Стеллерова корова, сумчатый волк, птица моа, дронт,

бескрылая гагарка, американский странствующий голубь и другие. Почти полностью истреблены и спасены лишь в состоянии крайнего коллапса природных популяций такие виды, как бизон, зубр, американский бобр, белохвостый гну, олень Давида, кулан, сайгак, выхухоль, котик и др. По данным Международного Союза охраны природы, только за четыре последних столетия исчезло 62 вида млекопитающих десяти отрядов.

Считается, что под угрозой исчезновения сейчас находится более 10 тыс. видов, в основном высших растений, позвоночных животных и некоторых групп насекомых.

Энергетические и минеральные ресурсы. Мировое потребление энергии неуклонно растет. За период с 1970 по 1990 годы использование энергии в величинах нефтяного эквивалента возросло с 5 млрд т до 8,8 млрд т. По прогнозам Мировой энергетической конференции, спрос на энергию к 2020 г. может увеличиться еще на 75%. Доминирующим источником энергии по-прежнему остается ископаемое топливо (рис. 8).

Невозобновимые энергоресурсы. В таблице 8 сопоставлены запасы и современное потребление главных видов ископаемого топлива. Разведанные запасы почти на два порядка меньше геологической оценки их суммарного содержания в земной коре. Преобладающая масса содержится в рассеянных месторождениях горючих сланцев, где концентрация углеводородов ниже 3%. Реальные эксплуатационные запасы в 2–3 раза меньше разведанных.

Доступные запасы нефти и газа примерно на два порядка превышают их современное годовое извлечение, запасы угля – на три порядка. Другими словами, сравнивая цифры, относящиеся к оценке разведанных запасов наиболее доступных видов топлива (второй столбец цифр), с цифрами их современного потребления (третий столбец), можно назвать максимальное время, на которое этих запасов может хватить. Для подвижной нефти – это 65 лет, для газа – 44 года, для угля – 320 лет. Учитывая, что потребление продолжает расти, реальные значения должны быть заметно меньше. Однако решающее влияние на объем добычи топлива оказывает пока еще не конечность за-

пасов, а растущий спрос и политика цен. Можно смело прогнозировать долговременную тенденцию роста мировых цен на основные виды топлива в XXI в.

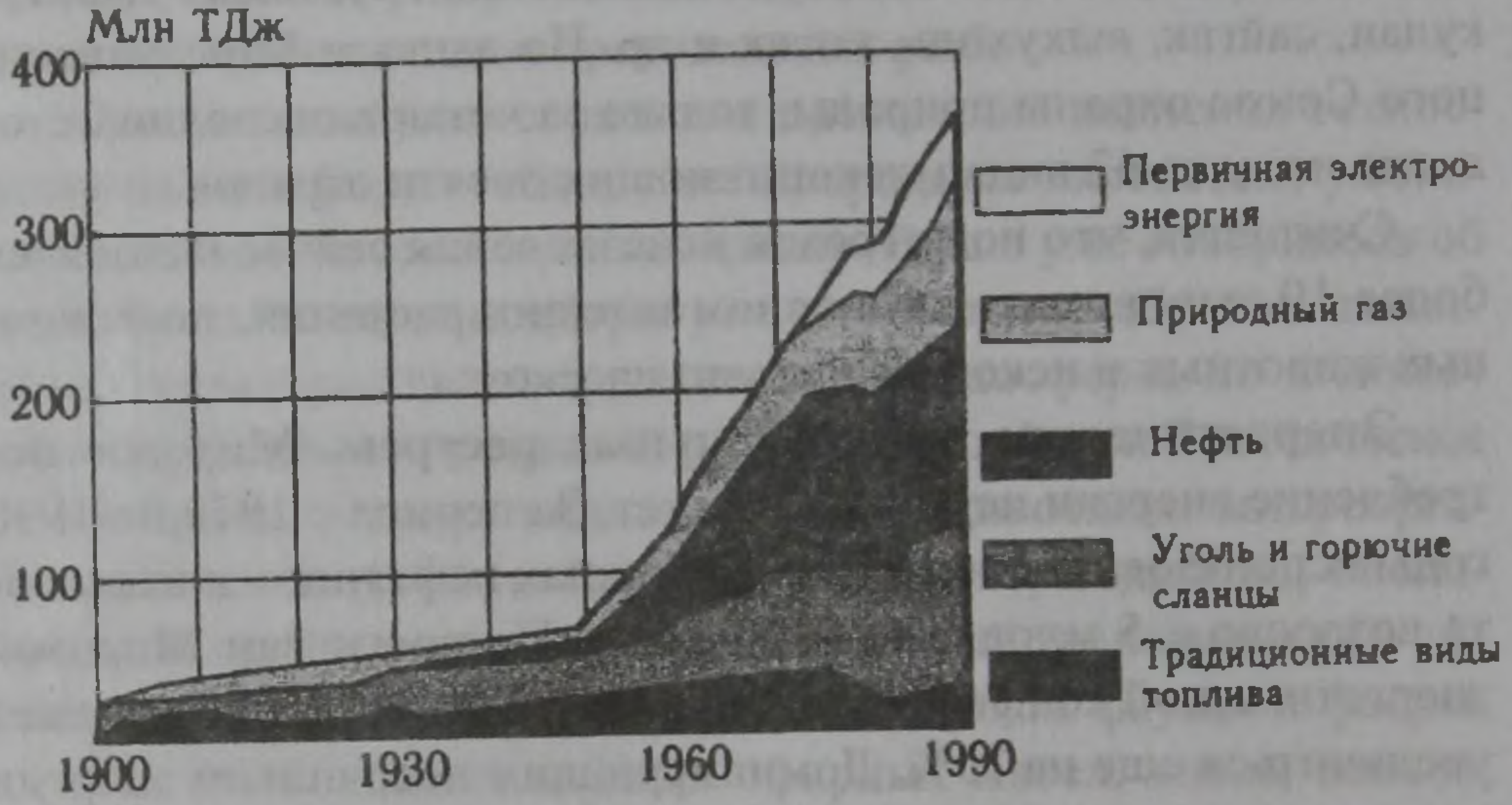


Рис. 8. Мировое потребление энергии (Медоуз и др., 1992 г.)

Месторождения горючих ископаемых расположены неравномерно. По 1/3 потенциальных мировых 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 мировых запасов ископаемого топлива.

Кроме ископаемого топлива в странах Азии, Африки и Южной Америки продолжается использование довольно большого количества растительного топлива, в основном древесины. Суммарное количество энергии, получаемое за счет ископаемых и современных биогенных энергоресурсов, составляет около 12,6 млрд т условного топлива в год.

Весь потенциал ископаемых, отраженный в итоге первого столбца таблицы 8, конечно, колоссален по масштабам человеческой энергетики, но его реальная доступность даже в будущем вряд ли превысит доли процента. А по масштабам земного бюджета солнечной энергии этот потенциал не так уж велик:

он немного превышает четырехлетний приток. Следует, однако, помнить, что земные запасы угля, нефти и газа сложились за несравненно большее время, минимум за 100–150 млн лет. Топливо, на образование которого когда-то уходило несколько тысяч лет, мы сегодня сжигаем за год.

8. Потенциальные и используемые ресурсы горючих ископаемых мира*, *млрд т условного топлива*

Горючие ископаемые	Оценка количества в недрах	Разведанные запасы	Потребление (1990 г.)
Твердое топливо	7800	1280	3,96
Нефть подвижная	430	310	4,72
Тяжелая и запечатанная нефть	1240	70	0,27
Доступный природный газ	330	110	2,48
Нетрадиционный газ	1600	25	0,04
Горючие сланцы	353000	260	0,08
Итого	364400	2055	11,55

По данным Мировой энергетической конференции (МИРЭК) 1992 г., 1 т у.т. = 29,3 ГДж. Энергетические эквиваленты масс: 1 т угля - 28 ГДж; 1 т нефти - 43 ГДж; 1 т газа (1400 м^3) - 52 ГДж. Приблизительно 0,8% данных по запасам и использованию твердого топлива относятся к торфу

На втором месте по значению в энергоресурсах техносферы стоит *ядерное топливо*, главным источником которого является ископаемый уран. Большая часть урана в литосфере сильно рассеяна. По данным Мировой энергетической конференции, общие рудные запасы урана составляют 20,4 млн т, в том числе разведанные – 3,3 млн т. Содержание урана в породах большинства месторождений, имеющих перспективное коммерческое значение, колеблется от 0,001 до 0,03%. Поэтому производится значительное рудное обогащение. Природный уран на 99,3% состоит из изотопа U-238 и содержит только 0,7% изотопа U-235, масса которого обладает способностью к самопроизвольной цепной реакции. Для промышленных целей производят изотоп-

ное обогащение урана с доведением содержания U-235 до 3%. Такой уран (в основном в виде 1) 0э) используется в большинстве современных реакторов.

При расходовании 1 кг урана в активной зоне реактора выделяется в зависимости от физических условий до 65 ТДж теплоты. Это соответствует сжиганию 2300 т угля. Если в качестве перспективного ресурса принять разведанные запасы, то общее количество энергии, которое можно получить в реакторах на тепловых нейтронах, составит около 1000 ЭДж. Для реакторов-размножителей на быстрых нейтронах, использующих реакцию деления U-238 и нарабатывающих плутоний, этот потенциал может возрасти до 140000 ЭДж и в 2,5 раза превысит сумму разведанных запасов органических топлив. К сожалению, часть этого ресурса уже переведена в оружейный плутоний и вместе с массами отработанных радионуклидов превратилась в потенциал колоссального экологического риска. Общее потребление урана всеми странами за 50 лет приблизилось к 1,5 млн т. Для этого понадобилось переработать не менее 10 млрд т горной массы.

В настоящее время в мире работает более 400 реакторов АЭС с суммарной тепловой мощностью около 1200 ГВт. Они потребляют за год около 60 тыс. т урана и вносят 10-процентный вклад в общее техногенное выделение теплоты.

В конкретных земных и, тем более, современных техносферных условиях действует *закон ограниченности (исчерпаемости) всех природных ресурсов.*

9. Результаты развития техногенеза в XX в.

Показатель	Начало века	Конец века
Валовой мировой продукт, млрд долл./год	60	25000
Энергетическая мощность техносферы, ТВт	1	14
Численность населения, млрд человек	1,6	6,0
Потребление пресной воды, км/год	360	5000
Потребление первичной продукции биоты, %	1	40
Площадь лесопокрытых территорий, млн км^2	57,5	50,0
Рост площади пустынь, млн км^2	-	1,7
Сокращение числа видов, %	-	-20
Площадь суши, занятая техносферой, %	20	60

В первой половине XX в. была уверенность, что многие проблемы разрешатся с помощью техники. В течение века было зафиксировано множество открытий и изобретений, сменилось несколько поколений техники. Но убавилось ли у человека проблем?

Общая структура использования энергоресурсов современной техносферы представлена на рис. 8. Относительный вклад различных энергоносителей в общее использование энергии характеризуется такими средними величинами: уголь – 27%, нефть – 34%, газ – 17%, гидроэнергия – 6%, ядерная энергия – 8,5%, прочие источники – 7,5%.

Электроэнергетика занимает в настоящее время более 25% энергобаланса техносферы: 3520 ГВт идут на выработку электроэнергии и попутного тепла, причем более 55% теряется в процессе преобразования, а выработанные 1580 ГВт распределяются между электроэнергией и полезным теплом в соотношении 2:1. Доля электроэнергии в конечном потреблении составляет 9,7%.

Остальная суммарная мощность сжигания топлив в различных процессах превышает 9,2 ТВт. Почти половина этой мощности обеспечивается нефтью и нефтепродуктами, на втором месте уголь (24%), затем следует газ (18%) и некоммерческое растительное топливо (10%). В конечном потреблении эксплуатационной мощности первое место занимает производство (46%), второе – коммунальное хозяйство вместе со сферами обслуживания, управления и коммерции (37%) и третье – транспорт (17%). Суммарный КПД энергетики техносферы равен 30%. Энергетическая мощность современной техносферы по величине приблизительно равна 6% продукционной мощности биосферы (по энергии первичной брутто-продукции) и обладает таким же КПД, но использует во много раз более концентрированные и «грязные» источники.

Усредненная глобальная картина складывается из очень различных энергетик разных стран и регионов. Диапазон различий плотности энергетических потоков (относительно площади или населения разных территорий, стран) очень велик: почти от 0 до

2 МВт/км^2 (Бельгия) и от 0,5 до 18 МВт на человека (США). Обеспеченность энергией тесно коррелирует с уровнем жизни населения разных стран. Резко различается и качественная структура энергетик: от преобладания растительного сырья в топливном балансе до 65-процентной доли в балансе электроэнергии, получаемой в основном на ГЭС (Норвегия).

В XX в. технический прогресс сопровождался стремительным ростом энергоемкости различных нужд человека и в настоящее время в развитых странах, несмотря на идеологию и практику энергосбережения, люди буквально купаются в энергии. За 100 лет удельные затраты энергии на кондиционирование среды и приготовление пищи увеличились в 8–10 раз, на перемещение (1 человеко- или тонно-километр) – в 15–20 раз.

Известно, к каким глубоким изменениям в мировой экономике привели энергетический кризис 70-х годов и повышение цен на нефть. Резко изменилось отношение темпов прироста потребления энергии и валовых национальных продуктов (ВНП). С 1970 по 1985 г. энергоемкость ВНП США снизилась на 71%, Франции – на 70%, Великобритании – на 72%, Японии – на 78%. Это, однако, не означало снижения потребления энергии. Оно продолжало расти.

В этой исторической ситуации наша экономика оказалась менее эластичной: энергоемкость национального дохода СССР за тот же период снизилась только на 15%. В результате в середине 80-х годов на единицу национального дохода мы тратили топливных ресурсов в 4,5 раза больше, чем США, и в 6 раз больше, чем Япония. Правда, значительная часть этой разницы неизбежна и обусловлена климатическими условиями России – самой холодной из обитаемых стран. (Жесткость климата эффективной территории Финляндии, Норвегии, Исландии, Канады меньше, чем России).

Энергетика России по количественным параметрам достигла максимума в 1986 г. За последующие 10 лет большинство количественных показателей существенно снизились. В 1996 г. выработано 847 млрд кВт/ч электроэнергии и отпущено потребителям 1321 млрд Гкал тепловой энергии. В общем производстве пер-

вичных энергоресурсов доля газа составила 50%, нефти – 31%, угля – 13%. электроэнергии, выработанной на атомных и гидроэлектростанциях – 6%. Хотя объем добычи ископаемого топлива снижается, оно продолжает играть решающую роль в производстве электрической и тепловой энергии.

Минеральные ресурсы. Только кислород, кремний и еще семь химических элементов составляют 99% массы континентальной земной коры. Средняя концентрация остальных элементов очень мала, но некоторые из них образуют скопления в виде рудных месторождений.

К *распространенным металлам,* необходимым, в первую очередь, для металлургии, относятся только алюминий, железо, магний, титан и марганец. Остальные металлы считаются *геохимически редкими.*

Важнейшим для экономики минеральным ресурсом является железная руда. Всего в мире ежегодно добывается около 1 млрд т железной руды. По добыче железной руды Россия занимает четвертое место после Китая, Бразилии и Австралии. Мировые разведанные запасы железной руды оцениваются примерно в 200 млрд т, которых хватит примерно на 200 лет. Рудное сырье добывается в основном двумя способами: открытым и подземным. Открытый способ экологически неприемлем: связан с образованием большого объема отходов пустой породы и нарушением огромных земельных площадей. Вообще функционирование металлургического комплекса сопряжено с образованием огромного объема отходов на всех стадиях – от сырья до готовой продукции.

Предприятия металлургии выплавляют около 1 млрд т различных металлов в год, и этой массе соответствует почти 7-кратное количество необогащенных руд, для добычи которых приходится извлекать еще на порядок большую массу горных пород и грунтов. К этому добавляется большая энергоемкость добывающих и металлургических производств.

Во всем мире ежегодно выплавляется около 800 млн т стали. Россия производит около 7,5% от мирового объема. Однако устаревшие технологии производства стали поставляют в

окружающую среду огромное количество отходов. До сих пор в России 40% стали выплавляется в мартенах, тогда как в США - 3%, а в Великобритании, Франции, Италии, Японии, ФРГ этот способ вообще не применяется.

Распространенность редких металлов в земной коре настолько мала, что для рентабельной добычи необходимо многократное превышение их концентрации в месторождениях над средним содержанием. Для ряда редких металлов существует реальная опасность исчерпания наиболее рентабельных месторождений.

Техносфера играет роль мощного концентратора редких металлов в пространстве биосферы. Многие из этих элементов и их соединений являются сильными ядами.

Неметаллические полезные ископаемые и нерудное минеральное сырье составляет еще большую массу веществ и материалов, используемых в техносфере. Примерно 1/3 их часть составляет сырье для химической промышленности и производства минеральных удобрений, а 2/3 – строительные материалы.

Потребление *минеральных удобрений,* самых главных из них: фосфорных, калийных и азотных, применяемых обычно в соотношении 1:1,5:3, неуклонно растет. За 30 лет с 1960 по 1990 годы их мировое производство увеличилось в 5 раз – с 45 млн т до 230 млн т в год. Источником фосфатов являются месторождения апатитов, фосфоритов и других фосфатных минералов, большая часть которых представляет собой преобразованные морские отложения. Меньшее количество концентрируется в апатитах изверженных горных пород, как у нас на Кольском полуострове. Распространенность фосфора в литосфере довольно велика: около 0,08%. Сумма разведанных мировых запасов фосфора близка к 45 млрд т. Из обогащенного апатита производится главное фосфорное удобрение – *суперфосфат.* Калий является широко распространенным элементом (1,7% в земной коре) и концентрируется в месторождениях калийных солей морского происхождения, в основном в виде хлорида кальция или в смеси с хлоридами натрия и магния. Эксплуатационные запасы калия превышают 60 млрд т. Ресурс азота прак-

тически неисчерпаем, поскольку для производства аммиака, а затем и других соединений используется азот воздуха.

Важным сырьем для ряда процессов крупнотоннажной химии, в частности для производства минеральных удобрений и пестицидов, является сера. Распространенность серы в земной коре равна 0,09%. Приблизительно 30% потребности в сере покрывается за счет месторождений самородной (элементарной) серы вулканического происхождения или скоплений, возникших в результате деятельности серобактерий. Эти запасы невелики по сравнению с темпом их исчерпания. Из других источников наиболее важны: природный газ с высоким содержанием H_2S; сульфидные руды и колчеданы, из которых серу получают в качестве побочного продукта; огромны запасы сульфатов морского происхождения. Мировое производство серы из всех источников приближается к 70 млн т в год. Из других видов минерального сырья для неорганической химии важны большие запасы хлоридов и сульфатов натрия, магния и кальция, содержащиеся в скоплениях морских эвапоритов.

Строительные материалы – это самая большая по массе и объему группа веществ, извлекаемых для нужд техносферы. Часть из них используется в том виде, в каком добывается, подвергаясь лишь механической обработке. Это бутовый и дробленый строительный камень, песок, гравий. Вторую группу составляют материалы, подвергаемые химической и термической обработке, - глины для производства кирпича и керамики, известняки, доломиты, гипс и другие нерудные материалы для производства цемента, штукатурки, бетонов, стекла, а также слюда и асбест. Месторождения этих материалов широко распространены, запасы велики, ежегодная мировая добыча близка к 4 млрд т.

Россия обеспечивает себя практически всеми видами минеральных ресурсов. По минеральным ресурсам это самая богатая страна мира. Для большинства важнейших ископаемых существует высокий относительный уровень обеспеченности текущей добычи и высокая потенциальная ценность. Экологические аспекты использования минеральных ресурсов связаны с про-

блемами загрязнения окружающей среды и с его влиянием на экономику природопользования.

6.4. Интенсивность использования ресурсов в техногенезе и техногенное изменение биосферы

Интенсивность использования ресурсов можно определить следующими показателями и изменениями состояния природного ресурсного потенциала

Использование химических элементов. В 1915 г. В.И. Вернадский подсчитал, что в античную эпоху использовалось лишь 19 элементов, в XVIII в. – 28, в XIX – 50, а в начале XX в. – 60 элементов. Теперь используются все 89 элементов, известных в земной коре. Началось также искусственное получение и частичное использование отсутствующих элементов: Pu, Np, Cf и др. Характерна общая тенденция этого процесса: в начале использовались преимущественно природные вещества – минералы, в том числе самородные элементы (S, Au и другие). Позднее начался синтез новых соединений элементов, а также получение их в чистом виде (металлургия Fe, Pb, Zn и др.) Наконец, в XX в. началось использование изотопов.

Технофильность и другие показатели техногенеза. Количество добываемых элементов далеко неодинаково. Так, мировая ежегодная добыча C измеряется миллиардами тонн, Fe – сотнями миллионов – миллионами тонн, Hg – тысячами тонн, Pt – десятками тонн. Эти различия обусловлены многими причинами. Несомненно, имеют значение свойства элементов и технология получения. Так, Al и Ti, например, практически не использовались до XX в., так как технология их извлечения из минералов была слишком сложной и дорогой. Большую роль играет и способность элемента к концентрации в земной коре – образованию месторождений. Так, Hg образует месторождения с большими запасами, и этот редкий метал использовался еще в древности. У In кларк выше, чем у Hg, но он рассеян и его прак-

тическое применение началось лишь в XX в. Но есть еще один фактор – распространенность элементов. Действительно, как бы Au ни было ценно для человечества, его добыча ни когда не сравняется с добычей Fe, так как кларк Au $4{,}3\times10^{-7}$, а Fe – 4,65, т.е. в 10 миллионов раз больше. Si и Ge – химические аналоги, Ge похож на Si. Но Si – второй по распространенности элемент, а Ge редок (кларки 29,5 и 1.4×10^{-4}). Поэтому Si – основа строительства (кирпичи, бетон, цемент и др.), а Ge добывается в ничтожном количестве. Если бы кларк Ge равнялся 29, то и этот элемент нашел бы огромное применение. Исключительная роль Fe (XIX – столетие «железный век») связанна не только с его свойствами, но и с большим кларком. Поэтому добычу элементов рационально измерять в единицах кларков. Эту величину называют *технофильностью – T.* Она равна отношению ежегодной добычи элемента *D* к его кларку в земной коре *K.*

Добыча элементов складывалась стихийно в зависимости от экономических условий, прогресса техники, находок месторождений и т.д. И все же очевидна регулирующая роль кларка. В будущем зависимость добычи от кларков, вероятно станет еще более тесной, так как богатые месторождения быстро отрабатываются, и со временем как предполагал А.А. Сауков, человечество перейдет к эксплуатации гранитов, базальтов и других горных пород, в которых содержание элементов близки к кларкам.

По Л.В. Таусону, за 1901–1980 гг. в мире добыто 71% Au, 87% Cu, 86% Fe, 90% нефти и бокситов и 100% U от добытого за весь исторический период. Особенно выросла добыча за 1961–1980 гг.

Антропогенез существенно изменяет состояние и функционирование биосферы. Это и формирование антропогенных ландшафтов, техногенные зоны выщелачивания и искусственно формируемые геохимические барьеры, изменение климата, загрязнение окружающей среды чуждыми для нее компонентами и др.

Агроландшафты. Главная цель при создании агроландшафтов – повышение объемов биомассы ценной для человека продукции. В этих ландшафтах происходит ин-

тенсификация биологического круговорота, так как человек старается усилить образование живого вещества, т. е. фотосинтез и другие восстановительные и окислительные процессы. Повышение биологической продуктивности достигается двумя совершенно разными путями. Первый – мобилизация внутренних ресурсов ландшафта: распашка почв, усиление окислительных процессов в почвах при осушении болот, орошение пустынь и т.д. Второй путь – химизация: ландшафт получает из вне недостающие химические элементы. Применение минеральных удобрений поднимает урожай в два-три раза. Кроме основных элементов плодородия – N, P, K, Ca – важное значение имеют – B, Cu, Mo, Zn, Fe и другие микроэлементы, которые также вносятся с удобрениями. Это выдвигает ряд новых проблем, как, например, нарушение баланса N в пищевых продуктах. (Высокие концентрации нитратов вредны для здоровья. В продуктах они сравнительно легко переходят в нитриты, которые приводят к заболеваниям).

На агроландшафтах сказывается и отрицательное воздействие техногенеза. Так, распашка почв усиливает водную и ветровую эрозию, т.е. механическую денудацию. В некоторых районах с эрозией удаляется больше N, P, K, чем вносится с удобрениями. За сутки в мире эрозия съедает тысячи гектар пахотных земель. Эти цифры дают основание говорить о «денудационном взрыве». Техногенными причинами объясняют увеличение пыли в ледниках, помутнение атмосферы над морями и океанами и другие явления.

Важная проблема – загрязнение среды в агроландшафтах за счет промышленных предприятий. Вокруг последних образуются техногенные ореолы рассеянья радиусом в несколько километров, в почвах повышается содержание тяжелых металлов.

Вместе с тем ни водная, ни ветровая эрозия, ни другие отрицательные последствия техногенеза не являются неизбежными. Они лишь следствие неумелого ведения сельского хозяйства, которое вполне можно оптимизировать. И хотя до повсеместной оптимизации агроландшафтов еще далеко, на этом пути имеются серьезные достижения. Например, создание оазисов

в пустынях. Недостаток воды подавляет здесь биологический круговорот, хотя в пустыне много тепла, света, плодородны почвы. Орошение вызывает «взрыв» его, возникает оазис с новыми почвами, новым климатом, искусственными реками и озерами (арыками и водохранилищами). Оазис – это новый тип высокопродуктивного геохимического агроландшафта, в котором соединяется высокое плодородие почв с достаточным увлажнением. Некоторые оазисы в пустынях существуют уже тысячелетия (низовья Зеравшана, Амударьи и Мургаба), другие возникли в результате строительства Каракумского и других каналов.

Развитие оазисов связано с решением ряда геохимических проблем. Орошение может повысить уровень грунтовых вод, вызвать засоление почв. Поэтому необходимо изучать солевой баланс оазиса (В.А. Ковда). Химизация на ряду с ирригацией – важное средство увеличения продуктивности оазисов. Применение N и P удобрений резко повысило урожайность хлопка и других культур. Однако большие урожаи берут из почвы так много подвижных элементов, что начинает складываться дефицит микроэлементов. В условиях орошения установлено благоприятное воздействие на различные культуры Zn, I, B, Mo, Mn. В некоторых оазисах в кормах дефициты Co, Cu, Mn, Zn и домашние животные получают минеральную подкормку.

Здоровье населения – также геохимическая проблема оазисов. Запыление атмосферы, неблагоприятное изменение состава грунтовых вод в связи с поступлением в них минеральных удобрений и различных химических препаратов – все это проблемы геохимии оазисов. Поэтому при орошении пустынь и степей необходимы геохимические исследования.

Весьма своеобразны техногенные ландшафты нефтепромыслов. Так в Западной Сибири пресные грунтовые и пластовые воды энергично используются для водоснабжения. В результате в миграцию включаются соленные воды глубоких горизонтов. В подземных водах уменьшается содержание Fe, Mn, H_2S, гуминовых веществ, ряда микроэлементов, растет содержание фенолов, NH_4, некоторых нефтепродуктов. Энергично развивается микробиологическая деятельность, возникают

сероводородные и карбонатные барьеры. При этом изменяется не только ландшафт, но и глубокие горизонты подземных вод за счет закачки в них соленых вод для поддержания пластового давления и других мероприятий. На нефтепромыслах других регионов установлено изменение почв под влиянием нефти – формирование в тайге солончаков и т.д.

Интенсивная хозяйственная деятельность людей приводит к формированию **техногенных геохимических аномалий.** Их размеры колеблются в широких пределах. *Глобальные аномалии* охватывают весь земной шар (повышенное содержание CO_2 в атмосфере в результате сжигания угля и нефти, накопление ^{90}Sr после ядерных взрывов и др.). *Региональные аномалии* распространяются на материки, страны, зоны, области, провинции (применение удобрений, ядохимикатов и др.). *Локальные аномалии* связаны с конкретным рудником, заводом, городом и т.д. (повышенное содержание металлов в почвах и водах вокруг металлургических комбинатов и др.). Их радиус не превышает 10 км.

Техногенные аномалии делятся на *литохимические (в почвах, породах, строениях), гидрогеохимические (в водах), атмогеохимические (в атмосфере) и биогеохимические (в организмах – фито-, зоо- и антропогеохимические).* Совокупность техногенных аномалий от локального источника (завода, рудника, города, дороги и т.д.) именуется *техногенным ореолом и потоком рассеяния,* которые как правильно включают в себя все виды аномалий. По влиянию на окружающую среду техногенные аномалии делятся на три типа:

1. *Полезные аномалии,* улучшающие окружающую среду. К ним относятся повышенное содержание Ca в районах известкования кислых почв, добавка NaI и KI к поваренной соли в районах развития эндемического зоба, фторирование питьевой воды в городах с распространением кариеса, применение Mo, B, Zn и других микроудобрений, подкормки домашних животных Co и т.д.

2. *Вредные аномалии,* ухудшающие («загрязняющие») окружающую среду.

3. *Нейтральные аномалии,* не оказывающие влияние на качество окружающей среды.

Техногенные зоны выщелачивания и геохимические барьеры. Известны зоны сернокислого, кислого и прочего техногенного выщелачивания. Выщелачивание приобрело большое значение при добыче металлов. Применяется выщелачивание под землей («подземное выщелачивание»), из руды извлеченной на поверхность, из отвалов «былой добычи» — хвостохранилищ («кучное выщелачивание»). Вопросы выщелачивания изучает особая прикладная наука – *геотехнология,* которая во многом основана на данных геохимии. Примерно шестая часть меди в мире добывается методом подземного и кучного выщелачивания. В СНГ используется подземное выщелачивание урановых руд. Геотехнология эффективна при добыче Mo, Pb, Zn, Mn, Ni и других элементов. С помощью закачивания в скважины воды извлекают каменную и калийную соли, другие легко растворимые компоненты. Доказана эффективность микробиологического выщелачивания Cu, Au, Mo и других металлов. К 1995 г. предполагается на основе геотехнологии извлекалось около 20 элементов.

Техногенные зоны выщелачивания образуются при орошении лесовых грунтов (Н.И. Кригер), при промывках засоленных почв, при многих других техногенных процессах.

Энергетика техногенеза и проблема изменения климата. Часть используемой в ноосфере энергии производит работу, другая часть в соответствии со вторым законом термодинамики неизбежно обеспечивается и выделяется в виде тепла. Пока эффект техногенного разогрева невелик – в 25 тыс. раз меньше солнечной радиации. Однако в крупных городах техногенное тепло уже достигает 5% от солнечного излучения. Главная причина – отопление жилых домов и промышленных предприятий. По М. И. Будыко, увеличение производства энергии от 5% до 10% в год приведет к тому, что через 100–200 лет техногенное тепло будет соизмеримо с величиной радиационного баланса поверхности Земли. При этом произойдут громадные изменения климата.

Месторождения угля, нефти и газа отрабатываются за десятки лет. В результате С снова соединяется с О и входит в состав CO_2. Ежегодное потребление угля и нефти добавляет в атмосферу до 9×10^9 т CO_2. При современных темпах через 50 лет содержание CO_2 удвоится и температура земной поверхности за счет парникового эффекта может повыситься на 4°С. К техногенным парниковым газам относятся также метан, закись азота, фреоны, озон и др. В результате парникового эффекта возможно растопление льдов Антарктики и Арктики, затопление приморских низменностей и другие положительные и отрицательные последствия. Громадная скорость процессов ставит сложные проблемы глобального воздействия на атмосферу с целью стабилизации климата.

Как и в биосфере, в ноосфере происходит раздробление вещества, рост поверхностной энергии (распашка почв, дробление пород, руд и т. д.). С этим связано запыление атмосферы, которое может способствовать похолоданию климата. В этом же направлении действуют и другие процессы (вулканизм и др.). Поэтому имеются прогнозы и о глобальном похолодании климата.

Нежелательные и непредвиденные последствия хозяйственной деятельности. О таких последствиях писал еще Ф. Энгельс в «Диалектики природы». В последние десятилетия проблема приобрела качественно новый, более опасный характер, позволяющий некоторым западным ученым говорить о «глобальном экологическом кризисе». Согласно Б. Г. Розанову, антропогенные пустыни занимают 5% суши, антропогенный бедленд («дурные земли») – 3 т, города и промышленные зоны – 2%, а биологический круговорот атомов нарушен на 60% биологически продуктивной поверхностью материков.

Ядерные взрывы и возможность «ядерной зимы». В середине XX в. человечество столкнулось с новой грозной опасностью – в результате ядерных взрывов в окружающую среду стали поступать высокотоксичные радиоактивные изотопы: ^{87}Sr, ^{137}Cs, ^{131}I и др. Необходимо полное запрещение всех видов испытаний ядерного оружия. Ядерная война грозит глобальным

похолоданием климата в результате сильного запыления атмосферы («ядерная зима»), уничтожением цивилизации, а возможно и биосферы. Поэтому и геохимический анализ проблемы приводит к концепции недопустимости ядерной войны.

Вырубка лесов. По аэрокосмическим данным ежегодно в мире вырубается от 7 до 20 млн га лесов, тропические леса вырублены уже на 50% площади, леса умеренного пояса – на 30–40%. Предполагается, что при современных темпах вырубки тропические и субтропические леса исчезнут к 2000–2025 г. (В.А. Ковда). Это нарушит глобальный круговорот воды, O_2 и CO_2, резко усилит эрозию почв, запыление атмосферы. Количественный геохимический прогноз здесь затруднен, но отрицательные последствия вырубки лесов несомненны.

Загрязнение среды. Изменение состава воздуха и воды в промышленных центрах и крупных городах рост заболеваемости раком легких и других заболеваний составляет отрицательные следствия техногенеза. Загрязнение среды быстро увеличивается. Серьезную опасность представляют ядерные взрывы и аварии на АЭС, техногенные аномалии Hg, Cd, Pb, Cu, Sn, V, Cr, Mo и других тяжелых металлов. По А.Н. Сутурину, среди элементов загрязнителей выделяется «страшная троица»: Hg, Pb, и Cd.

Концентрация Hg значительно повышена (например, вблизи заводов, использующих ртутные препараты и спускающих часть Hg в сточные воды). В результате Hg накапливается в почвах, растениях, водах, поступает в организм человека. В средние века отравление Hg получило наименование «болезни сумасшедшего шляпочника» , так как ею заболевали мастера, применявшие препараты Hg при изготовлении фетровых шляп. Теперь эта давно забытая болезнь вспыхнула вновь. В Японии сброс отходов промышленности в р. Агано и залив Минамата привел к обогащению Hg рыб, крабов, устриц. Потребление их в пищу вызвало болезнь людей. Возрожденная болезнь получила название «болезни Минамата». Она передается по наследству.

Cd – сосед ртути по периодической системе, так же очень ядовит, его кларк $1{,}8 \cdot 10^{-5}$ %. Промышленные отходы, содержа-

щие Cd, привели к отравлению тысяч жителей района Тояма в Японии (119 человек погибло). Эта новая «техногенная болезнь» именуется «итай-итай».

Глобальный характер приобрело свинцовое загрязнение. Даже в снегах Гренландии содержание Pb с начала XX в. увеличилось в пять раз. В центрах некоторых крупных промышленных городов Северного полушария почвы и растения содержат в 25 раз больше этого металла, чем на окраинах.

Сернокислотные, суперфосфатные, медеплавильные заводы, котельные ГРЭС, ТЭЦ, бытовые топки выбрасывают в воздух много SO_2, который, окисляясь и растворяясь в атмосферных осадках, дает серную кислоту. «Кислые дожди» увеличивают число легочных заболеваний, осложняют земледелие. Принос ветрами в Скандинавию SO_2 из Англии и ФРГ к вымиранию лососей (рыба исчезла в трех водоемах, pH которых понизился до 4). В канадской провинции Онтарио из-за кислых дождей, поступающих из США, стали безжизненными 148 озер. Полагают, что в среднем около 30% SO_4^{2-} атмосферных осадков имеет техногенное происхождение (в умеренной зоне Северного полушария до 50%).

Загрязненная атмосфера городов поглощает около 20% солнечного света, при низком состоянии солнца – более 50%. Все это отражается на здоровье населения, увеличивает число респираторных, сердечно-сосудистых, раковых и других заболеваний. Число заболеваний резко возрастает во время смога – специфического техногенного тумана больших городов. Серьезную проблему представляет и загрязнение среды во многих городах. Для города характерно сплошное аномальное геохимическое поле сложного строения.

Загрязнение атмосферы отрицательно влияет и на памятники архитектуры. Это было установлено в Мюнхене, Кельне и других городах еще в начале XX в. Техногенное выветривание не пощадило и Афинский Акрополь, которому за последние годы нанесено больше вреда, чем за тысячелетия.

Оптимизация среды городов исключительно сложная проблема. Пути ее решения – внедрение безотходной технологии,

строительство очистных сооружений, уменьшение числа котельных, борьба с выхлопными газами автомашин, озеленение и т.д.

Серьезную проблему представляет и загрязнение среды различными органическими соединениями, которые включают канцерогены и мутагены (например, некоторые полициклические ароматические углеводороды – ПАУ, которые известны и в природных ландшафтах). ПАУ поступают из нефти, углей, горючих газов и продуктов их переработки. Так образуются техногенные аномалии ПАУ вокруг промышленных предприятий, нефтяных промыслов, угольных шахт, автодорог и т.д. (Т. М. Белякова, Ю.И. Пиковский, Ф.Я. Ровинский, В.Н. Флоровская и др.). Опасны также аномалии ядохимикатов. ДДТ обнаружили даже в кишечнике пингвинов Антарктиды. Существенно, что многие насекомые привыкают к ядам, а менее выносливые животные от них гибнут. Чрезвычайно опасен диоксин (полихлорированное полициклическое соединение), широко применявшийся в качестве гербицидов в ряде западных стран, а также американцами во время войны во Вьетнаме в 1961–1972 гг. (диоксин входит в состав печально знаменитого « орандж эйджент»).

Важное значение приобрела техногенная миграция радионуклидов, которая особенно опасна в связи с непрекращающимися ядерными взрывами в атмосфере и под землей, авариями на АЭС и др. В геохимическом отношении радионуклиды в основном ведут себя как соответствующие стабильные элементы, хотя чрезвычайно низкие концентрации обуславливают и ряд отличий.

Геохимия городов. Исследования в данной области растут очень быстро и практически оформились в самостоятельное научное направление. Как и в природных ландшафтах, в городах изучают биологический круговорот, водную и воздушную миграции. Актуальная проблема оптимизации городов. В решении этой проблемы имеются отдельные достижения (например, создание городов садов в курортных зонах). Однако, в целом, проблема не решена. Особо актуальны вопросы загрязнения среды в городах. Главные виновники загрязнения городской атмосфе-

ры – автомашины и промышленные предприятия. На улицах с энергичным автомобильным движением воздух обогащается CO_2, оксидами N и другими вредными веществами. Техногенные ореолы вокруг промышленных предприятий распространяются на километры.

Как отмечалось выше, среди элементов загрязнителей выделяется «страшная троица»: Hg, Pb, и Cd.

Hg – элемент конца периодической системы (№80), кларк его низок ($4{,}5 \times 10^{-6}$ %), в биосфере он не концентрируется и организмы не приспособились к повышенным количествам этого металла. Месторождения Hg стали разрабатываться несколько тысячелетий назад, и с тех пор на земную поверхность поступает все с каждым годом все больше Hg. В отдельных ландшафтах концентрация Hg значительно повышена (например, вблизи заводов, использующих ртутные препараты и спускающих часть Hg в сточные воды).

Глобальный характер приобрело свинцовое загрязнение. Даже в снегах Гренландии содержание Pb с начала XX в. увеличилось в пять раз. В центрах некоторых крупных промышленных городов Северного полушария почвы и растения содержат в 25 раз больше этого металла, чем на окраинах.

При изучении геохимии городов большое значение приобрело детальное ландшафтно-геохимическая картирование и районирование. Составлены геохимические карты Алматы, Ростова-на-Дону, Новороссийска и других городов. По Ю.Е. Саету, в городах накапливаются преимущественно халькофилы и элементы группы Fe.

По данным американских геохимиков, в городах чаще, чем в сельской местности, грозы, облачная погода, выпадает больше дождей и меньше снега. Атмосферной пыли в городах в 100 раз больше, отработавших газов – в 5–25 раз больше, чем в агроландшафтах. Загрязненная атмосфера городов поглощает около 20% солнечного света, при низком состоянии солнца – более 50%. Все это отражается на здоровье населения, увеличивает число респираторных, сердечно-сосудистых, раковых и других заболеваний. Число заболева-

ний резко возрастает во время смога – специфического техногенного тумана больших городов. Серьезную проблему представляет и загрязнение среды во многих городах. Так, В.Н. Макаров изучил геохимию города, расположенного в зоне сплошной многолетней мерзлоты с аридным климатом. Зимой здесь образуются особые техногенные туманы. Опробование снегового покрова показало рост pH по сравнению с фоном до 9, увеличение содержания в снеговой воде S в 1500 раз, Ca – в 600 раз, Cr – в 60 раз, в 10 раз и т.д. Общая минерализация увеличилась в 500 раз. В почвах установлены техногенные аномалии Hg, Pb и других металлов. Для города характерно сплошное аномальное геохимическое поле сложного строения.

Загрязнение атмосферы отрицательно влияет и на памятники архитектуры. Это было установлено в Мюнхене, Кельне и других городах еще в начале XX в. Техногенное выветривание не пощадило и Афинский Акрополь, которому за последние годы нанесено больше вреда, чем за тысячелетия.

Оптимизация среды городов исключительно сложная проблема. Пути ее решения – внедрение безотходной технологии, строительство очистных сооружений, уменьшение числа котельных, борьба с выхлопными газами автомашин, озеленение и т.д.

Ландшафты районов добычи и переработки полезных ископаемых. Их геохимия зависит как от специфики и масштабов, так и от природных условий. Особенно важно различать гумидные и аридные ландшафты, равнинные и горные По Н.П. Солнцевой и Е.М. Никифоровой, в гумидных районах угледобычи в ландшафт поступают тяжелые металлы, битоминозные вещества, в том числе ПАУ, легко растворимые соли, главным образом, сульфаты Fe, Mn и Al.

Весьма своеобразны техногенные ландшафты нефтепромыслов. Так в Западной Сибири пресные грунтовые и пластовые воды энергично используются для водоснабжения. В результате в миграцию включаются соленные воды глубоких горизонтов. В подземных водах уменьшается содержание Fe, Mn, H_2S, гуминовых веществ, ряда микроэлементов, растет со-

держание фенолов, NH_4^+, некоторых нефтепродуктов. Энергично развивается микробиологическая деятельность, возникают сероводородные и карбонатные барьеры. При этом изменяется не только ландшафт, но и глубокие горизонты подземных вод за счет закачки в них соленых вод для поддержания пластового давления и других мероприятий. На нефтепромыслах других регионов установлено изменение почв под влиянием нефти – формирование в тайге солончаков и т.д.

6.5. Оптимизация техногенеза

При современном уровне развития экономики вполне возможно производство, исключающее загрязнение окружающей среды, разрушение производительных сил, обеспечивающее рост производительных сил до уровня, недоступного в природе. Для этого необходима разработка *теории оптимизации ноосферы*, т.е. установление оптимальных техногенных систем для различных природных районов.

Для техногенных систем исключительно характерны положительные обратные связи, действие которых определяет быструю эволюцию ноосферы. Однако в отдельных случаях, к сожалению нередких, положительные связи приводят к загрязнению среды и другим нежелательным последствиям (эрозии почв, образованию оврагов и др.). Преобладание положительных обратных связей над отрицательными часто делает техногенные системы неустойчивыми, ослабляет их саморегуляцию, в процессе развития системы удаляются от стационарного состояния. Отрицательные обратные связи, напротив, стабилизируют систему, делают ее саморегулируемой. Естественно, что и отрицательные обратные связи могут быть нежелательными (когда они препятствуют развитию системы, достижению поставленных целей). *Таким образом оптимизация техногенных систем требует такого диалектического единства положительных и отрицательных обратных связей, которое обеспечит и развитие, и временную устойчивость (стандартность) систем.*

По своей сущности техногенные системы еще более, чем биокосные, относятся к управляемым. Для их функционирования необходим центр, из которого осуществляется управление. Однако нередко техногенные системы не имеют центра управления и отдельные их части – заводы, поля, транспортные артерии и т.д. – управляются из самостоятельных центров. Это и приводит к ослаблению отрицательных обратных связей, саморегулирования, загрязнению среды. *Поэтому, с системных позиций, централизация техногенных систем – одна из самых важных практических задач организации территории: в каждой системе должны быть центры управления, регулирующие взаимоотношения между частями, решающие задачу оптимизации.* Такие задачи давно уже разрабатываются в экономической географии (начиная с классических работ Н.Н. Баранского и Н.Н. Колосовского). Их методологию и опыт важно учитывать геохимикам.

При решении поставленных задач огромное значение имеет математическое моделирование на ЭВМ. Для бассейна Нижнего Дона и Азовского моря учеными Ростовского университета построена модель на основе 840 параметров, среди которых видная роль принадлежала геохимическим характеристикам. Это позволило дать прогноз водного режима и продуктивности Азовского моря, обосновать практические мероприятия.

Крайне важным компонентом при разработке оптимизированных техногенных экосистем имеет проведение геохимического мониторинга.

Геохимический мониторинг. Так именуется система геохимических наблюдений, оценки и прогноза изменений окружающей среды. Методы геохимического мониторинга разнообразны: кроме традиционных методов геохимии, используемых при изучении нетехногенных систем. Отметим такие специфические приемы, как анализ снега, верхового торфа, волос, использование искусственных сорбентов для определения в почвах и водах тяжелых металлов, аэрокосмические съемки (с их помощью, например, в КМА установлены техногенные ореолы рассеяния). Важное значение приобрело ландшафтно-геохими-

ческое картирование. Особенно крупные работы проведены на Нижнем Дону и Северном Кавказе, где В.А. Алексеенко, В.И. Седлецким и другими геохимиками Ростовского университета составлен атлас ландшафтно-геохимических карт разных масштабов. Карты позволили выявить геохимические барьеры, прогнозировать биогеохимические эндемии, давать рекомендации по изменению потока автомашин в городах, по выбору зон отдыха, подбору сельскохозяйственных культур, микроудобрений, решать другие вопросы.

Геохимический мониторинг проводится во многих странах. С.В. Григорян ставит вопрос о необходимости автоматической системы обработки геохимической информации, создание «банка техногенной информации» («экогеохимической» по этому автору).

Одна из проблем геохимического мониторинга – определение того содержания элементов в окружающей среде, которое было до техногенного загрязнения, т.е. установление «фона». Только на этой основе можно оценить степень техногенного загрязнения. Интересен в этом отношении подход О.П. Доброделеева, который предложил сравнивать содержание элементов в глубоких горизонтах верхового торфяника, возраст которых можно датировать («фон»), с их содержанием в самом верхнем горизонте, т.е. в условиях техногенного загрязнения. С той же целью А.М. Никаноров, А.В. Жулидов, А.Д. Покаржевский предложили сравнивать содержание тяжелых металлов в растениях из гербариев («фон») с их содержанием в тех же видах в современных растениях. Подобный «исторический биомониторинг» возможен и при изучении животных, человека (например, анализ древних костей).

Возобновимые энергоресурсы. Хотя использование невозобновимых энергоресурсов ископаемых топлив создает самые серьезные экономические и экологические проблемы, человек намного меньше использует *возобновимые энергоресурсы*. Не потому, что они меньше (они намного больше), а потому, что их колоссальная энергия непостоянна, распределена на больших пространствах, мало концентрирована и плохо поддается кон-

тролю. Сознавая мощь стихий, человек предпочитает бензобак, ружье. электропровод или лазерный луч, где энергия сжата, канализована и находится в его полной власти.

Еще в 1978 г. ООН было введено понятие «новые и возобновляемые источники энергии», включавшее гидроэнергию, солнечную, геотермальную, ветровую, энергию морских волн, приливов и океана, энергию биомассы древесины, древесного угля, торфа, тяглового скота, сланцев, битуминозных песчаников.

Геофизические ресурсы энергии очень велики. Только близкие к поверхности суши и океана перемещения воздушных и водных масс имеют мощность порядка 25 ПВт, что в 2000 раз больше топливной мощности техносферы. Принципиальное отличие этих ресурсов от топливных заключается в том, что их использование само по себе не сопровождается загрязнением среды и не может повлиять на суммарный тепловой баланс планеты. Однако это совсем не означает их экологической нейтральности: эти ресурсы не могут быть ощутимо затронуты без того, чтобы не наступили трудно предсказуемые изменения климата и географической среды.

Гидроэнергия стоит на первом месте среди возобновимых ресурсов техносферы. Теоретический потенциал материкового стока близок к 6 ТВт (190 ЭДж/год). Реальный гидроэнергетический потенциал всех рек мира оценивается в 2,9 ТВт. Фактически в настоящее время для выработки электроэнергии используется менее 1/4 этого потенциала. В мире работают десятки тысяч ГЭС с общей электрической мощностью 660 ГВт. Для их работы на реках созданы водохранилища, часто целые каскады водохранилищ. Поскольку возраст большинства гидроэнергетических узлов насчитывает несколько десятилетий, а срок их амортизации колеблется от 50 до 200 лет, можно предвидеть немало проблем, связанных с реконструкцией гидроузлов. На рост использования гидропотенциала уже сейчас накладывается ряд экономических и экологических ограничений.

Суммарная оценка мощности устойчивых ветров в нижних слоях атмосферы имеет порядок 5 ТВт. Технически возможный

объем *ветроэнергетики* мал по сравнению с этой величиной (максимальная оценка для 2020 г. равна 288 ГВт) и вряд ли составит более 2% всей энергетики техносферы, хотя в отдельных странах эта доля может быть намного больше. Так. в Дании ветросиловые установки обеспечивают уже более 3,7% выработки электроэнергии. Общая установленная электрическая мощность ветроэнергетических установок промышленного типа в мире сейчас достигла 11 ГВт и, вероятно, будет увеличиваться.

Геотермальная энергия Земли, обусловленная гравитационной динамикой и радиоактивным распадом в недрах, в целом оценивается мощностью около 32 ТВт. Если бы ее выход к поверхности земли был равномерным (т.е. составлял 0,063 Вт/м^2), то она была бы непригодна для использования. Однако значительные ее выходы локализованы в районах вулканической активности, где концентрация подземного тепла во много раз больше. По результатам обследования таких районов, геотермальные ресурсы мира, в принципе доступные для использования, оценены в 140 ГВт. При этом имеются в виду только геотермальные выходы, а не нагретые скальные породы. Освоены эти ресурсы пока еще мало. Общая установленная мощность ГеоТЭС в мире не превышает 1,5 ГВт.

Солнечная энергия по сравнению с другими видами энергии обладает исключительными свойствами: практически неисчерпаема, экологически чиста, управляема, а по величине в тысячи раз превосходит всю энергию других источников, которые может использовать человечество. Потенциал эксплуатационного ресурса солнечной энергии оценивается по мощности от 100 до 500 ТВт. Из-за малой плотности этой энергии техносфера потребляет ничтожную ее часть. Некоторое количество используется в пассивной форме – для создания благоприятного теплового режима в системах закрытого грунта. Эта форма использования, а также совершенствование технических средств теплового аккумулирования солнечной энергии и тепловых насосов имеет очень большую перспективу. Однако гелиоэнергетиков больше интересуют способы концентрирования солнечной энергии и ее прямое преобразование в электроэнер-

гию. При этом решающее значение имеют такие факторы, как энергетическая освещенность, площадь улавливания, КПД преобразования и эффективность аккумулирования. Технический потенциал использования солнечной энергии оценивается в 500 ГВт. Общая мощность систем прямого преобразования солнечной энергии в настоящее время достигала 4 ГВт, в том числе наземных фотоэлектрических преобразователей – 100 МВт.

Данные по гидроэнергетике включают мощности других возобновимых (альтернативных) источников энергии. 1 ГВт соответствует 1076,4 тыс. т у.т. в год

Охрана природы, охрана окружающей среды и экология. Важно определить связь между понятиями экология, охрана природы и охрана окружающей природной среды.

Окружающая природная среда – это естественная среда обитания и деятельности человека и других живых организмов, включающая литосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу и околоземное космическое пространство. Понятие «природа» – более узкое и трактуется как естественный комплекс образований, который не подвергался или подвергался в незначительной степени влиянию человеческой деятельности.

Совокупность показателей, характеризующих состояние окружающей природной среды, называют качеством окружающей природной среды.

Качество окружающей среды определяет возможность существования живых организмов, в том числе выживания человека, поэтому задачей государства является организация контроля состояния окружающей природной среды. В прикладной экологии под окружающей средой понимают атмосферный воздух, воду, употребляемую для различных целей, почвы. Контроль состояния природной среды (воды, атмосферного воздуха, почв и т.д.) заключается в проведении мероприятий по проверке соответствия показателей ее качества установленным нормам и требованиям. Установление норм представляет собой специальную деятельность по разработке и теоретическому обоснованию системы количественных и качественных показателей (стандартов) состояния окружающей природной среды,

при которых обеспечиваются благоприятные условия для жизни человека устойчивого функционирования природных экосистем.

Охрана природы – деятельность, направленная на сохранение естественной среды обитания живых организмов и совокупности природных ресурсов в условиях техногенных, агрогенных нагрузок.

Охрана окружающей природной среды представляет собой систему государственных и общественных мер, направленных на сохранение, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов и улучшение состояния природной среды, и является частью прикладной экологии.

Таким образом, термин «охрана окружающей природной среды» аналогичен термину «защита окружающей среды».

Понятие «охрана природы» получило распространение в начале XX века. В бывшем СССР в 1929 г. состоялся I Всероссийский съезд по охране природы, на котором была провозглашена природоохранная политика государства. Она сводилась к системе мер, направленных на защиту, развитие, качественное обогащение и рациональное использование природных ресурсов.

В дальнейшем содержание понятия «рациональное использование природных ресурсов» трансформировалось в слабо контролируемую эксплуатацию природных ресурсов, стремление преобразовать естественные экосистемы в утилитарных целях. Важным фактором были финансовые механизмы такого «рационального использования» в социалистической системе хозяйства. Этот термин в дальнейшем подвергся серьезной критике как скомпрометировавший себя в масштабе государственной политики.

Термин «охрана природы» сохраняет актуальность и используется во всем мире. Существует Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП), в уставе которого записано, что «под охраной природы и природных ресурсов понимается сохранение органического мира естественной среды, в которой живет человек, а также возобновимых природных ресурсов Земли – основного условия всякой цивилизации».

Глава 7

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

7.1. Современное состояние биосферы

Казахстан занимает пять процентов площади Евразии в одной из самых уязвимых и неустойчивых ландшафтных областей этого суперконтинента. Уже сегодня некоторые негативные явления, наблюдающиеся на территории республики, имеют глобальное распространение, влияют, как минимум, на среду стран Северного полушария планеты и в реальной экономике страны не могут быть устранены или нейтрализованы, во всяком случае – в ближайшие 50 лет.

Глобальная опасность идущего сегодня процесса окончательного превращения огромной территории в техногенно-аграрную пустыню еще не осознана в должной мере ни в стране, ни тем более в мире. Видимо, этим объясняется болезненный интерес мирового сообщества к Аральской проблеме и игнорирование серьезнейших проблем, угрожающих не только нам: это проблема тотального сельскохозяйственного опустынивания, ракетно-космических воздействий, деградации генофонда населения и т.д.

Итак, и в глобальных, и в местных масштабах разумной части человечества предстоит решать вопрос о формировании таких природно-хозяйственных комплексов, в которых в оптимальном составе и пропорциях было бы обеспеченно сохранение генофонда природы и человека, возобновление приемлемой среды обитания населения (воспроизводство природных богатств, удовлетворение физиологических и общественных потребностей и др.) и устойчивое развитие производительных сил и отношений.

Как же идет развитие человеческого общества? Коль скоро человечество преодолело кризис, вызванный наличием

на нашей планете двух антагонистических систем – социализма и капитализма, единственным фактором, лимитирующим неуклонный экспоненциальный рост производительных сил общества, является ограниченность материальных ресурсов, которая обусловлена конечными (хотя и относительно большими) размерами нашей планеты, а также катастрофическое загрязнение окружающей среды. То, что эти факторы могут стать существенными довольно скоро, мы покажем на следующем примере, заимствованным у И.С. Шкловского.

В наши дни человечество ежегодно производит энергию, соответствующую производству – 5 млрд т антрацита. Ежесекундное производство составляет около $6–10^{19}$ эрг., причем, каждые двадцать лет эта величина удваивается. Эта тенденция довольно устойчива и держится уже около 200 лет. При таких темпах через 200 лет производство энергии вырастет в тысячу раз и достигнет $3–10^{22}$ эрг/с. Вполне вероятно, что это наступит даже раньше, так как ресурсы угля и нефти сравнительно невелики и в ближайшие десятилетия следует ожидать революции в энергетике, связанной с массовым производством ядерной энергии. $3–10^{22}$ эрг/с составляют уже около 1% потока солнечной энергии, непрерывно падающей на Землю. Дальнейшее увеличение производства энергии с неизбежностью повлечет за собой изменение теплового режима Земли, что может привести к весьма неприятным последствиям. Разумеется, до этого начнется широкое использование солнечной энергии, но здесь есть предел: вероятнее всего, можно будет использовать не более 1% от всего потока энергии излучения Солнца.

Не подлежит сомнению, что неограниченно растущий технологический потенциал развивающегося общества за сравнительно короткое время должен вступить в противоречие с ограниченностью естественных ресурсов Земли. Уже в наше время все большее и большее внимание уделяется угрожающему нарушению равновесия между человечеством и окружающей его экологической средой – биосферой. Проблема загрязнения атмосферы, мирового океана и внутренних водоемов, почвы и

растений становится весьма острой. Бесконтрольное стихийное развитие производительных сил может привести человечество к катастрофе.

Если представить себе некий воображаемый космический корабль, экипаж которого улетел в далекий звездный рейс, рассчитанный на многие годы, то каждый поймет, что члены этого экипажа должны с величайшей бережливостью и благоразумием относится к своим крайне ограниченным ресурсам кислорода, питания, топлива и пр. Сознание мыслящих людей должно все больше и больше проникаться мыслью, что наша Земля – это очень большой космический корабль, который почти шесть миллиардов лет путешествует в глубинах крайне «негостеприимной» для жизни Вселенной. Этот «космический корабль», весьма удобно вышел на стационарную, почти круговую орбиту вокруг устойчиво излучающего желтого карлика и использует его энергию. Но как бы ни были велики ресурсы этого огромного космического корабля – они все же ограниченны. И его экипаж (т.е. мы, земляне) должны об этом постоянно помнить.

А между тем, по-видимому, уже сейчас бесконтрольное развитие производительных сил привело к ряду необратимых и весьма неприятных последствий. Мы не будем говорить здесь о вымирании огромного количества видов животных, многие из которых являются важными звеньями в экологической цепи, выкованной Природой за миллиарды лет естественного отбора. Обратим только внимание на одно немаловажное обстоятельство. Мы уже упомянули, что основным «поставщиком» свободного кислорода в атмосферу Земли является планктон. По крайне мере несколько десятков процентов кислорода поставляется в атмосферу нашей планеты благодаря жизнедеятельности растений в тропических лесах. Сейчас, в конце XX столетия в связи с хищнической вырубкой практически сведены тропические леса Африки и Южной Азии. Они остались только в бассейне Амазонки и, похоже, через несколько десятилетий будут и там уничтожены. Значит, бездумная деятельность землян уже теперь привела к нарушению кислородного баланса атмосферы.

Приведем другой пример. Как уже упоминалось выше, сейчас ежегодно добывается топливо, соответствующее примерно 5 млрд т каменного угля. Это топливо сжигается, т.е. соединяется с атмосферным кислородом. В результате получается углекислый газ плюс энергия, которая и утилизируется. Следовательно, этот варварский способ получения энергии сопровождается изъятием из земной атмосферы около 20 млрд т кислорода ежегодно. Много ли это или мало? Чтобы ответить на этот вопрос, оценим полное количество кислорода в земной атмосфере. Это очень легко сделать. Над каждым квадратным сантиметром земной поверхности имеется около 200 г кислорода. Так как поверхность земного шара приблизительно равна 500 млн км или $5–10^{18}$ $см^2$, полное количество кислорода в земной атмосфере около 10^{21}г или 10^{15}т. Это означает, что для «поддержания» горения добываемого на Земле топлива земной атмосферы хватит на 50000 лет. Подчеркнем, что на Земле действуют и другие естественные причины, приводящие к связыванию свободного кислорода ее атмосферы. Как оказывается, сжигание топлива сейчас составляет несколько процентов от действия естественных факторов, приводящих к связыванию кислорода земной атмосферы. В итоге, существенная часть кислорода свяжется через несколько тысяч лет. Только жизнедеятельность растений непрерывно пополняет эту убыль кислорода из атмосферы. И вот неразумное вмешательство людей в этот миллионами лет устоявшийся кислородный баланс Земли привело к тому, что он нарушается как бы «с двух концов»: уничтожая леса, мы уменьшили «поставку» кислорода в атмосферу, по крайней мере, на 10%, а сжигая его с топливом, увеличили скорость его ухода из атмосферы на несколько процентов. Если бы в атмосфере кислорода было сравнительно немного – полследствия сказались бы очень скоро. Но так как кислорода в земной атмосфере запасено очень много – последствия скажутся только через несколько тысяч лет – характерное время установления динамического равновесия кислорода в атмосфере. Через этот промежуток времени, благодаря деятельности людей за последние несколько десятилетий, рав-

новесное количество кислорода в земной атмосфере уменьшится примерно на 15–20%.

Но ведь сейчас темп добычи ископаемого горючего и его сжигания продолжает расти! Если так будет продолжаться, то через сотню лет добыча угля и нефти увеличится в несколько десятков раз. А это приведет к катастрофическому уменьшению кислорода в земной атмосфере за какие-нибудь несколько сот лет! Заметим, что мировых ресурсов угля и нефти, особенно еще не разведанных, вполне достаточно для этого самоубийственного дела: не забудем, что каменный уголь – это бывшие растения! Такая «деятельность», с позволения сказать, «разумных» существ приводит к непрерывному увеличению содержания углекислого газа CO_2, что, помимо других вредных последствий, резко нарушает тепловой баланс Земли.

Приведем теперь другой пример. Недавно было обращено серьезное внимание на угрозу разрушения озонового слоя Земли некоторыми газообразными промышленными отходами. Наиболее опасными разрушителями этого слоя являются молекулы, входящие в разные сорта фреона, – вещества, заполняющего все холодильники. Эти молекулы содержат хлор и фтор. В настоящее время ежегодно около 10 млн т испарившегося фреона поступает в атмосферу. Там молекулы фреона перемешиваются с ее основными компонентами и заносятся при этом на высоты 20–30 км, где жадно вступают в химические соединения с молекулами озона. При последующих реакциях с молекулами кислорода фреон опять восстанавливается и, таким образом, он постепенно накапливается в верхних слоях атмосферы. Если в ближайшие годы это безобразие не прекратится, то, как показывают расчеты, через несколько десятилетий толщина озонного слоя в атмосфере начнет ощутимо уменьшаться. Но ведь хорошо известно, что слой озона – это броня, защищающая биосферу от губительных ультрафиолетовых лучей солнца в диапазоне длин волн 0,29–0,24 микрона. Неразумное и даже самоубийственное поведение человечества вполне можно уподобить поведению сошедшего с ума экипажа космического корабля, буравящего его стенки, что неизбежно приведет к разгерметизации.

Вдумаемся, что происходит: миллиарды лет создавался удивительно тонкий и сложный баланс биосферы Земли. И вот появляется, казалось бы, самый совершенный продукт эволюции биосферы - человек, называющий себя разумным, и варварски разрушает то, что привело к его появлению и без чего невозможно его дальнейшее развитие и совершенствование. Только принятие самых радикальных мер в течении ближайших 2–3 десятилетий может предотвратить самоубийство человечества. Какие это меры? Прежде всего, революция в энергетике, переход на использование атомной и солнечной энергии. Это избавит человечество от кошмара загрязнения атмосферы и обеднения ее кислородом, но может породить новые проблемы, не менее острые. Но так или иначе, мы всегда должны помнить, что находимся на космическом корабле с конечными ресурсами, с которыми обращаться следует с величайшей осторожностью.

Неоднократно отмечалось, что технологическое развитие нашей цивилизации за последние сотни лет носит катастрофически быстрый, почти взрывной характер. Наглядной иллюстрацией к сказанному является таблица 10, составленная известным английским ученым и писателем-фантастом Кларком и взятая нами у В.И. Шкловского.

Левая половина таблицы дает краткую хронологическую сводку основных технических достижений человечества в различных областях его деятельности с 1800 г. и до наших дней. Правая половина этой таблицы дает соответствующий прогноз на довольно близкое будущее. Сама по себе попытка построить таблицу является в такой же степени смелой, как и увлекательной. Конечно, можно не соглашаться с Кларком по поводу отдельных деталей левой половины этой таблицы. В основном же, на наш взгляд, левая половина таблицы Кларка неплохо отражает основные вехи технологического развития человечества за последние полтора – два столетия.

Что можно сказать о правой половине таблицы Кларка? Перспективы, открывающиеся перед человечеством на протяжении ближайших 13 десятилетий, невольно поражают. Конечно, эта часть таблицы Кларка является весьма спорной, отдель-

ные предсказанные открытия не обязательно будут совпадать с соответствующими датами. Любопытно отметить, что Кларк почти точно предсказал время высадки астронавтов на Луне.

Если верить этой таблице, радиоконтакт с внеземными цивилизациями будет установлен между 2030 г. и 2040 г. Иными словами, дети наших молодых читателей доживут до этого времени.

В целом таблица Кларка при ее внимательном изучении производит сильное впечатление. Из нее непосредственно, например, следует, что к 2100 г. возможности человечества существенно перерастут скромные земные ресурсы. В этом же и состоит вся сущность проблемы дальнейшего развития нашей цивилизации. Неограниченный экспоненциальный и даже «сверхэкспоненциальный» рост всех показателей развития за последние 3–4 столетия есть сугубо неравновесный процесс. Человечество, возникшее как часть биосферы, вышло из состояния равновесия с этой оболочкой Земли, что неизбежно должно привести его к критической ситуации, к необходимости сделать выбор и коренным образом изменить стратегию своего поведения. От этого будет зависеть вся предстоящая история человечества. Как же будет выглядеть развитие человечества в будущем?

Всестороннее математическое исследование этой проблемы в последние годы проводилось группой весьма компетентных специалистов, известных под названием «Римский клуб». Сложность задачи состоит в том, что параметры развития человечества (например, промышленное производство на душу населения, загрязнения среды обитания и пр.) являются взаимно связанными. Надо еще иметь в виду, что все глобальные процессы (рост производства и народонаселения, загрязнения среды обитания и пр.) имеют *инерцию*. Математическая задача сводится к решению системы из многих тысяч совместных дифференциальных уравнений, что можно было сделать только с помощью современной вычислительной техники. Соответствующая этой задаче область науки известна как *системный анализ*.

Прежде всего тщательно оценивались все ресурсы Земли, которые необратимо расходуются в процессе технологического прогресса человечества. Далее, используя все данные экономики и статистики, находят рост производства этих ресурсов и зависимость этого роста от времени. Отсюда сразу же оценивается «время исчерпания» соответствующего вещества. Некоторые результаты этого анализа приведены в таблице 10.

Время исчерпания ресурсов вычислено в предположении, что в течении будущих десятилетий разведанные ресурсы вырастут в пять раз по сравнению с данными, приводимыми в таблице 10. Конечность ресурсов Земли и их грядущее исчерпание в сочетании с прогрессирующим загрязнением среды обитания являются решающим фактором в будущей истории нашей цивилизации.

10. Сроки исползования природных ресурсов

Вещество	Глобальные запасы, тонн	% роста в год	τ, лет
Алюминий	$1{,}2–10^9$	6,4	55
Хром	$1{,}7–10^8$	2,6	154
Уголь	$5–10^{12}$	4,1	150
Медь	$3–10^8$	4,6	48
Железо	$1{,}0–10^{11}$	1,8	173
Свинец	10^8	2,0	64
Нефть	$4{,}5–10^{11}$	4,0	50
Природный газ	$3–10^{13}$ м^3	4,7	49

Участники «Римского клуба» особенно тщательно исследовали вопрос о загрязнении окружающей среды и деятельностью человека. На данной момент наблюдается уменьшение кислорода в воде около дна Балтийского моря, которое, по существу, стало мертвым. Очистка отходов – очень дорогое дело, если мы хотим получить достаточно чистые отходы, а именно это и нужно.

Авторы этого исследования рассчитывают несколько моделей дальнейшего развития человеческого общества. Прежде

всего, рассчитывается «стандартная модель», описывающая дальнейшее развитие так, как оно происходило в прошлом. Вплоть до начала следующего – XXI века будет происходить тот же рост, что и раньше. Однако после 2030 г. очень быстро наступит катастрофическая ситуация. Численность населения, а также промышленная продукция начнут резко снижаться , а загрязнения среды – расти. Цивилизация прекратит свое существование («коллапс») и вместе с нею к концу следующего века исчезнет и загрязнение. Увы, нас это не должно уже радовать!

Любопытна модель развития цивилизации, которая получается при неограниченном увеличении ресурсов. В этом случае причиной коллапса будет катастрофическое загрязнение среды. В поисках выхода из положения авторы из «Римского клуба» предлагают установить жесткий контроль рождаемости при остановке роста промышленности. Предполагалось, что рост населения прекратится с 1975 г. (этот срок уже прошел...), рост промышленной продукции прекратится с 1985 г. Хотя ситуация и смягчается, но все равно коллапс цивилизации только отодвигается на 2–3 столетия.

Следует подчеркнуть, что авторы описанных выше расчетов рассматривают идеализированную модель. Совершенно не учитывается крайняя неравномерность развития, острые проблемы развивающихся стран. Не учитывается и возможность возникновения войн, которая реально существует в разделенном мире. Все эти факторы должны действовать в одном, крайне нежелательном направлении. В качестве панацеи от ожидаемой человечеством в будущем катастрофы авторы «Римского клуба» предлагают коренным образом изменить стратегию поведения цивилизации. Вместо стратегии неограниченного роста – полная остановка роста производительных сил и их точная регулировка (концепция «равновесной» цивилизации).

Только остановка роста производства и жесткая регламентация в использовании ресурсов и их регенерации, сочетающаяся с тратой львиной доли национального продукта на борьбу с загрязнением среды, как мы надеемся, может решить проблему. Впрочем, надо торопиться, – осталось не так уж много времени.

В этой ситуации казахстанские ученые Л.В. и В.Л. Скалковские видят возможность продолжения жизни в переселении на другие планеты. По их мнению, наука пришла к обоснованному научному выводу: холодный Марс – старость Земли, а горячая Венера – ее юность.

Появляется реальная планетная цепь развития «Марс – Земля – Венера», и поэтому думаете, что сама жизнь скорее всего не заклинивается на нашей планете! А не является ли она направленным эволюционным процессом не столько на Земле, сколько в рамках более широкого целого – нашей планетной системы?

Исследуя историю Земли, ученые давно заметили, что первые признаки биологической жизни на ней практически совпадают с периодом жизни самой Земли. Это четыре с лишним миллиарда лет. Столько же самой планете. Но ведь жизни биологической должна предшествовать жизнь химическая? А времени на ее формирование здесь практически нет! Мы аргументировано считаем, что зародыши жизни в готовом виде поступили к нам с Марса. Более того, планеты-гиганты: Юпитер, Сатурн и Нептун – это своего рода лаборатории «преджизни», причем, не только в прошлом, но и в настоящее время.

Речь идет, таким образом, о направленной эволюции по «дороге жизни» Марс – Земля – Венера, что собственно и является ответом на извечный вопрос человечества: «Откуда мы? Кто мы? Куда идем?».

Поиск жизни на Марсе в тех земных формах, в каких ее искали, как известно, пока не увенчался успехом.

Вместе с тем нет такой уверенности в отсутствии биологической активности на этой планете. Ее может быть нет на поверхности: «Викинги», например, ее не отметили. Но они анализировали только тончайшую корочку планеты, подвергающуюся жесткому ультрафиолетовому облучению. Вовсе не исключено, что биологическая активность существует на глубине, что и будет проверено в ближайшее время.

Известный поборник внеземной жизни Карл Саган говорит по этому поводу: «Самые великие формы жизни могут быть так

необычны и причудливы по форме, и по химическому составу, и по поведению, что их невозможно идентифицировать как жизнь. Опыты на «Викингах» могут проходить отрицательно, а в это время марсианские организмы, могут быть, уже с наслаждением обгладывают циркониевую краску с аппаратов, высадившихся на Марсе…».

Для такой уверенности, конечно же, имеются веские аргументы, причем совсем свежие. Высадка на Луну экипажа «Аполлон–12» завершилась неожиданной находкой: астронавты Чарльз Конрад и Алан Бин нашли живые микроорганизмы вблизи кратера Ландсберг! Под сплошным обстрелом смертоносных космических лучей, на камнях, которые за две недели лунного дня разогреваются до (+120°)С, а столь долгой же ночью охлаждаются до (-150°)С, без воды и кислорода микробы все же выжили! Причем, как выяснилось при детальном расследовании, это были не коренные жители Луны, а «эмигранты» с Земли, случайно попавшие на борт лунного зонта «Сервейор–3» и вместе с ним совершившие межпланетное путешествие. Бактериям, а точнее их спорам, не только удалось продержаться на Луне в течение двух лет, но и возвратиться на родную планету, где они очень быстро восстановили нормальный жизненный ритм и начали размножаться.

А на Марсе для жизни микробов есть атмосфера, запасы воды. Так почему бы им не жить?…

О том, что на Марсе когда-то были подходящие условия для своеобразной жизни, убедительно говорят многочисленные русла высохших рек и даже расположенный в неизменной части планеты предполагаемый Океан Бореалис.

Более того, как сообщила мировая пресса в августе 1996 г., по физико-химическому анализу метеорита – марсианского камня, недавно найденного в Антарктиде, американские ученые пришли к неопровержимому выводу: да на Марсе когда-то была жизнь – своеобразная и вместе с тем похожая на земную!

Между тем к новостям самым серьезным образом отнеслись и сильные мира сего, которые далеко не всегда откликаются на научные сенсации. Как сказал президент США Билл

Клинтон, если это открытие подтвердится, оно станет «самым ошеломляющим проникновением во Вселенную, последствия которого будут столь далеко идущими и воодушевляющими, что это трудно себе представить». Клинтон благословил программу изучения марсианской поверхности с помощью роботов и пообещал необходимую финансовую поддержку.

Поэтому марсоведы сегодня прежде всего хотят знать, какие причины помешали марсианской жизни, и, зная их, попытаться предугадать наше земное будущее. Хотя причины, если руководствоваться направленной эволюцией, очевидны: марсианский период развития жизни естественно завершился, а ее качественно новое продолжение следует искать уже на Земле.

Вот несколько примеров, претендующих назваться «марсианским следом».

Английский ученый, лауреат Нобелевской премии Френсис Крик и американский исследователь Лесли Оргел в 1973 году выдвинули идею управляемой панспермии, или космического посева. По их мнению, «некая примитивная форма жизни была сознательно занесена на Землю другой цивилизацией», в пользу чего говорит, например, единый механизм наследственности у всех земных организмов.

То, что недавно полученные первые доказательства того, что генетический код не сразу возник таким, каким мы его видим теперь, а имел более древнего и простого предшественника, только подтверждают качественную направленость эволюции жизни, в том числе и «марсианский след».

Некоторые специалисты правомерно считают, что родоначальником земной жизни был не первый организм, а первая биосфера. Такой вариант, если вдуматься, еще в большей мере соответствует управляемой панспермии, так как учитывает не только преобразующее действие высеваемых семян жизни, но и самовозобновляющийся круговорот, чтобы выжить и эволюционировать.

Более того, английский ученый Дж. Ловлок приводит доводы в пользу того, что биосфера, атмосфера и гидросфера нашей планеты образуют настолько единую регулируемую систе-

му, что он дал имя этому подобию живого организма – Гея (в древнегреческой мифологии богиня Земли, внучка Хаоса). Так вот, Гея не является продуктом биологической эволюции, спонтанно возникшим творением, но вполне может быть разумным образованием, или процессом, перенесенным на Землю извне. Последние достижения палеобиохимии все более и более сокращают разрыв между началом геологической и биологической стадии эволюции Земли, практически не оставив времени для предшествующей стадии:- химической. Во-первых, так собственно и должно быть, если корни начальной эволюции уходят в космос или в марсианский грунт, который, кстати, химически чрезвычайно активен. А во-вторых, появление земной жизни как бы без подготовки опять-таки приводит к идее космического посева.

Твердо установлено также, что все земные организмы приспособлены к использованию уже готовых органических веществ, без каких либо автотрофных рудиментов. Живое произошло от живого. И если допустить, что чуду самозарождения жизни все-таки суждено было быть, то не поискать ли нам его на Марсе, в начале эволюционного пути?

Найденный в Антарктиде метеорит прибыл к нам около тринадцати лет назад, а стартовал с Марса за 16 миллионов лет до этого. И если на нем после столь долгого путешествия найдены остатки одноклеточных, то это означает, что любые кометы или метеориты могли быть переносчиками жизни с одной планеты на другую, например, с Марса на Землю.

По мнению ученого из Станфордского университета Ричарда Сара, эта догадка усиливает позицию тех, кто считает, что разумная жизнь на Земле могла быть «посеяна». На презентации марсианского камня Сар убежденно спросил своих коллег: «Кто теперь может категорически заявить, что все мы не являемся марсианами?».

Надо сказать, что сомнение – тоже двигатель науки. Так российские специалисты, которые исследуют планеты с помощью межпланетных станций, с большим скепсисом отнеслись к сенсационным сообщениям о найденном в Антарктиде мете-

орите. Лауреат Ленинской премии Юрий Сурков считает: все метеоритчики по своей природе большие оптимисты, а неоспоримых доказательств того, что антарктические камни прилетели именно с Марса, не имеется.

Сенсационное сообщение о том, что на марсианском метеорите обнаружены следы простейших организмов, вызвало буквально шквал звонков в НАСА с просьбой перепроверить результаты исследований. Вскоре последовал ответ: подобные следы жизни найдены на другом марсианском метеорите, прилетевшем на Землю раньше первого. Американские ученые пришли к выводу: речь может идти не столько о том, была ли жизнь на Марсе, сколько о том, что она и сейчас там может быть.

«Сейчас мы чувствуем себя даже увереннее, чем когда писали свою первую статью об открытии», – заявил на ежегодном заседании Национального космического общества Эверетт Гибсон, один из руководителей группы сотрудников НАСА, изучавшей марсианский метеорит. «Выводы, – сказал Гибсон, – на 60–70% говорят в нашу пользу. А любой кардинально новой научной идее требуется время, чтобы ее приняли». Американский специалист также заинтриговал собравшихся своим заявлением о том, что в течение ближайших месяцев в двух научных журналах будут опубликованы материалы о «нескольких мощных новых свидетельствах, поддерживающих гипотезу существования жизни на Марсе».

Американская космическая станция «Патфайдер» («Следопыт»), доставленная на марсианскую поверхность 4 июля 1997 г., с лихвой подтвердила ожидания. Уже первые сведения вызвали сенсацию: Марс по своей структуре весьма напоминает нашу планету. Во всяком случае, он больше похож на Землю, чем Луна, до которой рукой подать. Сходство не только в перекрестке химических элементов. Сходство – в судьбе. Самый главный вывод, который следует из предварительного анализа переданных изображений, состоит в том, что в далеком прошлом, многие миллионы лет назад, на Марсе была вода, причем в таких количествах, что планета, видимо, пережила несколько подлинных потопов, побольше библейских на Земле. А нали-

чие воды значительно увеличивает шансы того, что когда-то на «красной планете» могла существовать жизнь. Загадка для нас теперь в другом: куда же там вся вода подевалась?

Здесь уместно обратить внимание на следующую примечательность. Естественное следствие направленной эволюции – теория обратно направленной панспермии, впервые также сформулированная Криком и Оргелом и получившая более полное развитие в работах американских ученых М. Меотнера и Дж. Матлоффа. Суть ее заключается в отправке земного генетического материала на планетные системы других звездмишеней.

Так вот, исходя из новейших данных о климатических условиях на наших планетах, некоторые проектанты считают более целесообразным посылать земные микроорганизмы в первую очередь на Марс. Конечно, посылать только после того, как окончательно убедимся, что Марс – безжизненная планета.

Что же касается Венеры, то управляемая панспермия со стороны земли будет не только целесообразной, но и необходимой согласно направленной эволюции. В принципе, это и есть наш ответ на извечный вопрос, откуда и куда мы идем.

Прямые исследования Венеры показали, что условия на ней весьма неблагоприятны для жизни. Это вызвало разочарование у одних ученых и, что знаменательно, прилив оптимизма у других – кто представляет жизнь на Венере не в готовом виде.

Мы, современные люди, – являемся участниками и очевидцами стремительного рывка так называемой техносферы, граничащей с фантастикой. Известный геолог и популяризатор науки Рудольф Баландин в своей книге «Планета обретает разум» пишет: «Людям приходят в голову фантастические проекты: растопить льды Арктики, повернуть течение Гольфстрим, понизить уровень Средиземного моря, транспортировать айсберги из Антарктики в Сахару, создать вокруг планеты пылевой пояс, отражающий на Землю солнечные лучи, перенести некоторые бактерии в атмосферу Венеры...

Самое фантастическое в этих проектах то, что они не фантастичны. За осуществление их можно было бы приниматься уже

сегодня, если бы… Причин много. Главное – недостаток знаний и невозможность обьединить усилия всех государств, всего человечества».

К обустройству Венеры подходят с практической сметкой, начиная с наступившего Нового века. Вот как рассуждает, например, крупный специалист по исследованию планет, профессор Ю. А. Сурков: «Уверен, полезными ископаемыми, самыми разнообразными, Венера не обделена. В связанном состоянии должна быть вода. Мешают только зысокая температура и большое давление. Возить руду с Венеры будет дороговато. Более выгодно создавать на месте обогатительные фабрики и заводы по переработке сырья».

К сведению землян: счетчик венерианского времени уже включен. Планетную цепь Марс – Земля – Венера можно с полным и законным основанием назвать «Дорогой жизни» в эволюционном движении, на которой разумное начало играет незаменимую роль. Какую конкретно? Человек так качественно выделяется среди биологического сообщества Земли, что возникает загадка его природного предназначения.

А вот Библия проповедует, что «человек создан Богом для Бога же», для господства над самой природой и всеми тварями.

Чем обычно кончается такое господство, мы уже стали осознавать, очутившись перед глобальной экологической катастрофой. «Можно, пожалуй, сказать, что предназначение человека как бы заключается в том, чтобы уничтожить свой род, предварительно сделав земной шар непригодным для обитания»,- такие вещие слова высказывал еще знаменитый натуралист Жан Батист Ламарк аж в 1820 г.!

А последние данные современных экологов производят просто кошмарное впечатление: ожидаемый «конец света» может наступить около 2030 г., уже при нашей жизни! Так что же делать?

Выходит, мы еще не доросли до того, чтобы называться разумными? К сожалению, так, но не только. Дело в том, что с приобретением разума жизнь в лице человека поднимается на такую качественно новую ступень организации, что фактически выхо-

дит за рамки земных ориентиров. Это заметил еще Платон: «Будем заниматься астрономией, чтобы ставить задачи разуму».

Биосфера почти четыре миллиарда лет своего, так сказать, бессознательного существования обходилась без человека и, слава Богу, была цветущей и здоровой…

Если уже земное биологическое сообщество породило человека так поздно, значит, именно на этом этапе своего развития оно стало нуждаться в его отличительном качестве или в исключительном биологическом преимуществе- разуме. Так что же произошло?

А произошло, по нашему мнению, то, что биологическое сообщество, поделив земную поверхность в борьбе за существование на систему экологических ниш, пришло к динамическому равновесию и потому окончательно оформилось в единое целое.

Целое – это круговорот. Жизнь возникла на основе круговорота органического вещества, обусловленного взаимодействием процессов его синтеза и деструкции. В ходе очередной дифференциации из круговорота органического вещества выделился биотический круговорот, в котором основную роль стали играть организмы. Так возникла биосфера.

«Ниша» – меткое название, подразумевающее ограниченность места вовсе не обязательно географическую, но гораздо чаще чисто биологическую. Экологические ниши, т.е. совокупность внешних условий обитания, заселялись все плотнее и плотнее, пока эта плотность не достигла критической точки. Биологическому миру, чтобы существовать дальше, уже надо менять не места обитания на планете, что он только и делал до этого, а… саму планету!

В этом нет ничего сверхъестественного. Известно, что при образовании любой целостной системы, а биологической особенно, возникает не только новое качество, не только изменяются свойства исходных частей, но при известных условиях могут образоваться новые части, до этого отсутствующие.

Что это так, подтверждает единство генетического кода. ДНК – это память. И не просто память клетки – нет, память всех кле-

ток, которые только жили и живут на нашей планете. И значит, память живой матери вообще. Потому что без памяти, без преемственности жизнь каждый раз должна была бы начинаться заново и каждый раз обрываться на первом поколении. Да, уж память всего живого как целого, наверняка, подскажет, какой его новой функции появиться в нужное время.

Как известно, целое есть нечто большее, чем сумма его частей. Вот этим «нечто большим» и стало функциональное предназначение человека в биосфере как объединяющего и универсального начала.

С тех пор как жизнь появилась на Земле, ее развитие – это непрерывная смена множества биологических видов в сторону их усложнения и совершенствования. Вместе с тем, неожиданно выяснилось, что сравнительно недавно, примерно 40 миллионов лет назад, образование новых видов внезапно прекратилось. «Почему?» – удивленно спрашивают ученые. А потому, напрашивается ответ, что условия для появления человека в основном были созданы. Биологический вид Гомо Сапиенс действительно явился венцом развития земного биосообщества как единого целого.

Таким образом, появление человека в целостной системе призвано не только ответить на поставленный самой природой вопрос, откуда и куда идет развитие жизни, но и помочь осуществить это направленное развитие на деле. Перекочевка жизни на другую планету – вот то существенное дело, которое биосообщество Земли не в силах сделать само, без человека разумного.

Каждый день население Земли увеличивается на 200 тысяч человек (два человека в секунду) и в течении последних 300 лет каждые 35 лет число людей удваивается. Несложный подсчет показывает, что при таком темпе размножения всего через полторы тысячи лет общая масса людей должна превысить массу самой Земли.

Абсурдность этого вывода очевидна, и это означает, что в ближайшие годы должны произойти качественные изменения в образе жизни людей: при любом подсчете ресурсов Земли она

не может прокормить более 10–12 миллиардов человек – примерно вдвое больше, чем сейчас. Но и в этом случае ископаемого органического топлива хватит еще на 300-500 лет – не более.

Похоже, человечество еще не готово правильные выводы на будущее, если беспокоиться лишь о своем выживании на Земле как биологического вида.

Такая задача была бы оправданной и психологически приемлемой, если бы мы уже успели выполнить свое природное предназначение – толкнуть жизненный воз на следующую орбиту развития и теперь бы, как говорят старики, пользовались заслуженным отдыхом в кругу детей и внуков.

А в том, что эта космическая одиссея непременно нас ждет впереди, сомневаться не приходиться. И одна из законных причин – наша ускоряющаяся перенаселенность. Легко сказать, что вынужденная стабилизация численности населения Земли должна качественно изменить его образ жизни. Устоявшееся сегодня мнение, что чем выше уровень жизни и культуры, тем стабильнее численность населения, конечно, проявляет себя с самой лучшей стороны, но только отчасти. Главный вопрос: кто и какой ценой сумеет попасть в заветный «стабильный уровень»? Ясно, что естественный отбор превратился в искусственный, в открытую борьбу за существование .

И, наконец, обратим внимание на кульминационный момент в нашем развитии. Хотя к реализации венерианской программы мы еще не преступали, счет времени, отпущенного на это направленной эволюцией, уже идет. Увеличивая жизненную силу человеческого разума, закон ускоренного развития делает это, как ни печально знать, за счет времени его существования, хотя большего, может быть, и не потребуется.

Вспомним прогнозы Римского клуба о том, что при сохранении современной тенденции научно-технического прогресса и экономического развития на протяжении первой половины XXI в. ожидается «глобальная катастрофа». Поэтому времени у нас может оказаться не так уж и много.

Как видим, развитие нашей жизни имеет явно ускоренно-взрывной характер, и даже можно рассчитать, когда ее конус ускорения стремительно сойдет в критическую точку финала...

Нет, это будет не просто гибель человечества, как безнадежно предрекают многие ученые, а его качественное преображение или трансформация с одной планеты на другую, равноценное бессмертию. Грядет такой преобразующий взрыв разумной деятельности человечества, который сотворит новый мир.

7.2. Глобальное потепление климата

В настоящее время разработано большое число различных сценариев развития энергетики и выбросов в атмосферу, а также последствий этих воздействий в глобальном масштабе. Наибольшее распространение получила концепция глобального потепления на Земле вследствие так называемого парникового эффекта.

Парниковый эффект – это удержание значительной части тепловой энергии Солнца у земной поверхности.

Понятие парникового эффекта сформулировано еще в 1863 г. Тиндаллом. В 1896 г. Аррениус показал, что углекислый газ (диоксид углерода), составляющий ничтожную часть атмосферы (примерно, 0,03%) поддерживает ее температуру на 5–6 °С выше, чем, если бы этот газ отсутствовал. В 1938 г. Каллендер впервые высказал предложение о возможном влиянии антропогенных выбросов углекислого газа на климат.

В 70-е годы было доказано, что другие газы в еще меньших количествах, чем диоксид углерода, дают ощутимый парниковый эффект. В 70-80 годы были поставлены численные эксперименты, в том числе и в СССР, которые показали, что при удвоении концентраций диоксида углерода возможно потепление глобального климата на 2–4 °С, а в полярной области Северного полушария – на 6–8 °С.

К настоящему времени сложился *стереотип* парникового эффекта и его влияние на глобальный климат, который состоит в следующем.

1. Происходит постоянное и настающее увеличение выбросов в атмосферу «парниковых» газов, прежде всего, диок-

сида углерода. Источники последнего – сжигание угля и других углеродсодержащих видов топлива, нефти, газа и производных продуктов, прежде всего бензина и т.п., в топках ТЭЦ, двигателях автомобилей и т.д.

Выбросы диоксида углерода особенно резко увеличились за последние 30–35 лет в главных промышленных центрах мира: США, Западной Европе, бывшем СССР.

Еще более быстрыми темпами увеличиваются выбросы других газов, усиливающих парниковый эффект, а именно метана, оксидов азота, галагенуглеводородов. По некоторым оценкам, на последние годы приходится 15–20% парникового эффекта. Только в 1988 г. вследствие уничтожения тропического леса в атмосферу попало 5,5 млрд т углерода. Если такая нагрузка будет сохранятся, то в 2010 г. в атмосферу будет поступать в среднем 10 млрд т углерода.

2. В результате выбросов в атмосферу на планете возросла и продолжает увеличиваться среднегодовая температура. По некоторым оценкам, в 1890-е годы для мира в целом она составила 14,5°С, а в 1980-е годы 15,2°С. Изменения температуры происходит неравномерно в различные временные периоды. Так в течение 1940-1970 г. показатель оставался стабильным, однако всего за 7–8 лет в 80-е годы он сразу возрос до названной величины.

Конечно увеличение температуры на 0,7°С за 90 лет не кажется значительным, но опасность может таится в самой тенденции роста. По прогнозам, в 2030–2050 гг. среднегодовая температура в мире может оказаться на 1,5–4,5°С выше нынешней, т.е. на Земле будет теплее, чем за последние 2 млн лет. Темпы потепления в первой половине XXI века могут стать в 5–10 раз выше, чем в прошлом столетии.

3. Последствия потепления для населения и экономики разных стран могут оказаться различными и иметь как отрицательные, так и положительные стороны. Обсуждается, что и где возьмет верх.

В глобальном масштабе чрезвычайно высокие темпы изменений, которые прогнозируются в настоящее время, чреваты трудностями или даже невозможностью достаточно быстрой

адаптации к новым условиям. Так может оказаться, что уровень Океана поднимется на 0,5–1 м к середине и на 2 м к концу XXI века , в результате чего будут затоплены значительные территории суши. Увеличится число метео-катастроф. Все это отразится на биоте: может резко сократиться видовое разнообразие флоры и фауны, увеличатся масштабы обезлесивания, начнется необратимое разрушение экосистем.

Статистика показывает, что прогнозы ученных не являются утопией. В частности, пять самых жарких лет были зарегистрированы в 80-х годах XX в. В эти годы во многих странах мира, в том числе в СССР, были засухи, падение урожаев. Особенно серьезная ситуация возникла в 1988 г., когда мировое производство зерновых сократилось до 1,5 млн т. Это самый низкий показатель за последние 30 лет. В США, в частности был зарегистрирован редкий случай превышения текущего потребления зерновых над их производством в 10 млн т.

Загадочным, однако остается тот факт, что в некоторых регионах Земли одновременно происходит похолодание. Если в последние 10 лет сперва в южных океанах, а затем в Сибири. Восточной Европе и на западе Северной Америки отмечалось потепление, то в Гренландии, на северо-востоке Канады и ряде островов российской зоны Арктики наблюдалось понижение средних температур.

Вопреки математическим прогнозам, в полярных районах потепления пока не было, хотя именно здесь оно ожидалось в наиболее выраженном виде. Правда существуют теоретические обоснования того, что в некоторых районах планеты в первой фазе общего потепления, связанного с парниковым эффектом, будет наблюдаться падение средних температур (данные немецких и советских исследователей).

Действительно в последние несколько лет повышение температур фиксировалось главным образом в тропиках, что противоречит прогнозам, согласно которым именно в полярных областях ожидается пятикратный рост температур по сравнению со среднеглобальной.

Стереотип глобального потепления продолжает широко обсуждаться, в том числе в рамках российско-американской

комиссии по экономическому и технологическому сотрудничеству. Главная проблема состоит в раскрытии соотношения между природно обусловленными и антропогенными изменениями климата. Совершенно очевидно, что назрела необходимость ревизии парникового стереотипа глобального потепления. На сегодняшний день основные выводы касающиеся изменения глобального климата, сводятся к следующему.

1. Происходит существенное усиление антропогенных выбросов парниковых газов в атмосферу.

2. Данные моделирования убедительно показывают, что наиболее вероятные пределы повышения среднегодовой среднеглобальной температуры приземного воздуха при удвоении концентрации диоксида углерода составят 1,5–4,5°С.

3. Существует много неопределенностей в прогнозах возможных изменений климата в отношении величины, времени и регионального пространственного распределения изменений.

4. За последние 100 лет произошло повышение среднеглобальной приземной температуры воздуха в приделах 0,3–0,6°С.

5. Размер потепления в целом согласуется с прогнозами на основании моделирования, но он имеет ту же величину, что и природно обусловленная изменчивость климата.

6. Однозначное обнаружение усиления парникового эффекта маловероятно раньше, чем через 10 лет.

В целом современную ситуацию в области исследований глобального климата можно оценить как парадоксальную:

– после многолетних усилий по обоснования стереотипа глобального потепления разработки завершились выводами об отсутствии весомых доказательств париковой обусловленности глобального потепления за последние 100 лет и о неприемлемости палеоаналогов для прогнозов;
– на первый план вышли исследования внутренней изменчивости климатической системы (изучение климатообразующей роли динамики облачного покрова, взаимодействия океана, роли биосферы и т.д.).

Степень неопределенности прогнозов климата возросла: плохо изучена чувствительность климата к внешним воздей-

ствиям; остается противоречивой информация о соотношении таких компонентов глобального баланса и круговорота углерода, как выбросы в атмосферу за счет сжигания ископаемых топлив, изменения землепользования и вырубки лесов, биопродуктивность морской биоты и др. Для всех параметров моделей характерен широкий диапазон оценки. Так подъем уровня океана, который пока достиг 10 см, по одним оценкам достигнет к середине следующего столетия 30 см, по другим 150 см и даже 2 м. Важную роль в изучении изменения климата сыграла Международная геосферно-биосферная программа (МГБП).

Стереотип парникового потепления сыграл, однако, определенную положительную роль, так как ряд стран предпринял конкретные меры, направленные на снижение выброса парниковых газов в атмосферу.

В плане выполнения обязательств по Рамочной Конвенции по изменению климата в Казахстане проведен прогностический анализ количества выбросов парниковых газов (ПГ), показавший, что в результате спада промышленного производства количество выбросов значительно сократилось по сравнению с 1990 г. (зачетным). Затем при существующем положении будет происходить постепенное нарастание выбросов, количество которых достигнет зачетного уровня к 2010 г. и будет увеличиваться в дальнейшем, если не перейти на новые энергосберегающие технологии. Причем, энергопотребность Казахстана всегда была большой, поскольку промышленность республики является, в основном, ресурсодобывающей и ресурсоперерабатывающей.

Самым рациональным вариантом было бы уже сейчас начать постепенный перевод предприятий на менее загрязняющие технологии, энергосбережение и развитие альтернативных источников энергии, таких как гелио-, ветро- и гидроэнергетические. В республике приняты программа и законопроект по энергосбережению, а также ряд мер, предусмотренных долгосрочной стратегией развития Казахстана, в том числе по увеличению поглотителей CO_2; через восстановление пастбищ, лесов и органическое земледелие.

7.3. Проблемы истощения озонового слоя

В последние годы ученые зафиксировали самый высокий за последнее время уровень концентрации в атмосфере химических веществ, которые разрушают озоновый слой Земли, защищающий все живое на планете от избытка ультрафиолетовых лучей. Причем, если раньше разрушение озонового слоя происходило над малонаселенными районами Антарктиды и юга Южной Америки, то теперь эта опасность распространяется на густонаселенные регионы Северной Америки, Азии и Европы.

Доля озона очень мала – несколько десятин миллионных долей от объема атмосферы, но он играет защитную роль, поглощая опасное для всего живого жесткое ультрафиолетовое излучение Солнца.

Наиболее опасны для человека последствия истощения озонового слоя – увеличение числа заболеваний раком кожи и катарактой глаза.

Согласно официальным данным ООН, сокращение озонового слоя всего на 1% означает появление в мире 100 тыс. новых случае катаракты и 10 тыс. случаев рака кожи. По оценкам специалистов EPA США, каждый процент снижения содержания озона в атмосфере может привести к увеличению заболеваемости, прежде всего в экваториальной зоне, на 4–5% , снижению иммунитета как у человека, так и у животных. В США за последние 7 лет количество случаев заболевания одним из самых опасных видов рака кожи – меланомой – возросло на 3–7%.

Помимо негативного влияния на здоровье, истощение озонового слоя приводит к усилению парникового эффекта, снижению урожайности, деградации почв, общему загрязнению окружающей среды.

В чем же причина убыли озона из атмосферы? Этот вопрос возник после сообщения о том, что в южнополярной зоне над Антарктикой обнаружена озоновая «дыра», т.е. область, где в весенние месяцы катастрофически убывает озон – почти вдвое. Размеры дыры были сопоставимы с территорией США. Однако, еще до этого, в конце 50-х годов, во время Международного

геофизического года, озоновый слой привлек к себе внимание ученных. С тех пор проводятся его систематические исследования, что позволило многое узнать о естественной изменчивости, геофизическом распределении озонового слоя.

В начале 70-х гг. интерес к озону вспыхнул с новой силой: предполагалось, что образование озоновых дыр связано с созданием сверхзвуковых самолетов «Конкорд» (англо-французская фирма) и ТУ–144 (СССР), так как их выхлопные газы являются основой причиной разрушения озонового слоя. Однако в дальнейшем это предположение не подтвердилось.

Во второй половине 70-х гг. была высказана идея, что существует другая опасность для озонового слоя – фреоны (хлор-, фторуглеводороды). Эти вещества широко применяются в химии и быту: в холодильниках, кондиционерах, аэрозольных упаковках. Сами по себе фреоны не токсичны, но они весьма стойки и рано или поздно за счет турбулентных движений воздуха попадают в стратосферу. Там на высоте 20–25 км, где содержание озона максимальное, фреоны распадаются под действием солнечного ультрафиолета с образованием свободного хлора. Последний усиливает процесс естественного разрушения озона. Часто говорят, что одной молекулы хлора достаточно, чтобы уничтожить десять тысяч молекул озона.

Исследования со спутников и самолетов показали, что над Антарктидой весной озон почти весь разрушается на уровнях 12–13 км и 25 км.

Считают, что радикалы фреонов «примерзают» к ледяным облакам, которые образуются там из-за низкой температуры; весной когда появляется Солнце и ледяные облака нагреваются, фреоны отрываются и разрушают озон. Вследствие слабой циркуляции воздуха над Антарктидой (континент приподнят на 3–4 км по сравнению со средними широтами) образуются огромные озоновые дыры. Летом приток воздуха из средних и тропических широт восстанавливает содержание озона в атмосфере.

Подсчитав объем мирового производства фреонов в конце 70-х гг. и объем поступления их в атмосферу, специалисты пришли к выводу о том, что если производство пойдет такими

же темпами, то мы неизбежно столкнемся с проблемой утончения озонового слоя. Осознав масштаб возможной катастрофы, которая сейчас рассматривается как глобальная, правительства ряда стран: Норвегии, Швеции, Финляндии, США – в конце 70-х гг. ввели *полный запрет* на применение фреона в аэрозольных упаковках. В СССР, к сожалению, тогда никто сколько-нибудь серьезно не проанализировал ситуацию и не представил правительству подобных рекомендаций.

В 1985 г. в Вене была принята *Конвенция об охране озонового слоя*, а в 1987 г. в Монреале подписан *международный Протокол о сокращении выбросов озонразрушающих веществ*, прежде всего, фреонов. Однако даже в случае полной ратификации протокола, которая пока не обеспечена даже главными странами ЕЭС, он охватит лишь 2/3 общемирового потребления фреонов.

Несмотря на ограниченные меры, принятые мировым сообществом в рамках Венской конвенции и Монреальского протокола, озоновый слой продолжает истощаться с более высокой интенсивностью, чем предполагалось: в пределах 0.5–0,7% в год от общего содержания. В отдельных районах количество озона в стратосфере сократилось в еще большей степени; в частности в Антарктиде за период 1979–1992 гг. – примерно на 50% (1% уменьшения приводит к увеличению интенсивности ультрафиолетового излучения у поверхности Земли на 1,5%).

В 1995 г. имела место беспрецедентная аномалия озона – как по уровню его дефицита, так и по размерам затронутой территории России. По данным Росгидромета, в феврале 1995 г. над всем Северным полушарием, а, особенно, над рядом районов Восточной Сибири, вплоть до Урала, зарегистрировано рекордное уменьшение концентрации озона – до 40%, сохранявшееся в течение 25 суток. К середине марта в отдельных районах оно достигло 50%. В апреле и декабре 1995 г. отклонение от климатических норм составило 15%.

По сравнению с началом десятилетия произошло смещение районов наибольшего дефицита озона из западных областей СНГ в Сибирь и Якутию.

Размер озоновой дыры над Южным полушарием в 1995 г. составил 10 млн км^2, что по площади равно Европе и в два раза больше озоновой дыры в 1994–1994 гг.

Модельные оценки показывают, что снижение содержания ***«хлорина»*** (так теперь называют галогенуглеводороды), приводящего к разрушению озонового слоя, можно ожидать лишь в следующем десятилетии. В ближайшее время дальнейшее разрушение озонового слоя будет продолжаться, особенно в период низких стратосферных температур. Однако многие полагают, что необходимости в принятии срочных мер нет, так как солнце в средних и северных широтах стоит низко и небо часто закрыто облаками. Тем не менее сотрудничество по выполнению Монреальского протокола продолжается.

Регулярно проводятся исследования по различным международным программам. Так, в рамках двух крупных программ НАСА США и в 1988–1989 гг. выполнены исследования, в результате которых в Арктике не было обнаружено озоновой дыры, но весной все же отчетливо была заметна убыль озона. Низкий уровень его был зарегистрирован в сентябре 1994 г. Обнаружена чрезвычайно широкая озоновая дыра в Антарктиде в январе и первой половине февраля 1994 г. В том же году были зафиксированы необычайно низкие уровни озонового слоя в средних северных широтах, в особенности над Сибирью и в направлении Европы. Над Сибирью озоновый слой сократился на 25% (до 250–270 м/(атм · см) при норме 470–410 м/(атм · см)). Однако, в целом, над Европой сокращение озонового слоя составило 10–12%, что близко к статистическому пределу нормальных колебаний.

Высказывалось предположение, что низкие уровни озона в 1994 г. были следствием извержением вулкана Пинатубо в 1991 г., однако в 1994 г. остатков вулканических аэрозолей не было обнаружено.

По-прежнему главной причиной истощения озонового слоя считают его химическое разрушение вследствие переноса хлорина из Арктики к залитому солнцем поясу между 60° и 45° северной широты, где температура стратосферы на 8–10°С ниже

нормы. Важны и другие природные процессы – затруднение переноса богатого озоном воздуха из экваториальной стратосферы.

Сокращение озонового слоя к югу от экватора в 1994 г., согласно результатам исследований по программе ООН, составило 1–13% (по регионам). Наиболее пострадавшими оказались южные штаты Бразилии (7–13%), что может привести к увеличению заболеваемости раком кожи на 65%.

В последние годы ученные России, США, Германии, Японии и других стран ведут альтернативные поиски путей защиты и сохранения озонового слоя за счет активного воздействия на стратосферу химическими и физико-химическими методами. В авиационно-космическом консорциуме «Интерозон», который образовался на базе ведущих аэрокосмических фирм России, проведены международные семинары и разработана научная программа «Загрязнение атмосферы и сохранение озонового слоя Земли».

Возможно, Россия выступит одним из учредителей международного фонда по восстановлению озона активными методами. Правительству Москвы рекомендовано создать спецслужбу по контролю озонового слоя, а так же постоянно действующий «круглый стол» по выработке стратегии выживания человечества в экстремальных условиях. Вопросы защиты озонового слоя обсуждаются российско-американской комиссией. Россия, как правопреемница СССР, подписавшего Монреальский протокол, должна была с 1 января 1997 г. полностью прекратить выпуск озоноразрушающих веществ, однако выполнение соответствующей программы Россией не начато.

Продолжительность жизни озона зависит от того, где он находится, но очень мала: от нескольких часов до нескольких месяцев. Время существования фреонов, напротив, велико и составляет десятки, а то и сотни лет. Даже если поступление фреонов в атмосферу прекращается восстановление озона займет десятки лет. Американские специалисты подсчитали, что если все страны будут придерживаться протоколов и к 2000 г. проникновение фреонов в атмосферу прекратился, то восстановле-

ния условий, которые имели место 30 лет назад, можно ожидать к середине XXI в.

На схеме из журнала «Ньюсуик» вертикальным штрихом отмечены области с наибольшей концентрацией фреонов в атмосфере, горизонтальным – области, где концентрация фреонов чуть выше допустимой.

Истощение озонового слоя происходит в результате попадания в атмосферу озоноразрушающих веществ (ОРВ), в первую очередь фторхлоруглеродов. Эти вещества используются в холодильной технике, в аэрозолях, при изготовлении пенопласта и в некоторых других сферах деятельности. В большинстве случаев ОРВ могут быть заменены на вещества, выполняющие такие же функции, но не разрушающие озонового слоя. Кроме того, возможны и более сложные варианты замены, например переход к механическим устройствам разбрызгивания в аэрозолях или замены замораживания овощей их консервированием. Короче говоря, известны различные способы, позволяющие прекратить производство и потребление озоноразрушающих веществ. С точки зрения экономистов, проблема состоит в том, чтобы посредством экономических и административных мер обеспечить адекватное преобразование воспроизводственной структуры экономики.

Глобальный характер проблемы истощения озонового слоя требует координации действий различных государств, где производятся и потребляются ОРВ. С этой целью были подписаны Венская конвенция (1985) и Монреальский протокол (1987), определившие для государств задания по сокращению и прекращению производства и потребления озоноразрушающих веществ.

Это означает необходимость кардинальной перестройки промышленности в сжатые сроки (не более 3–4 лет), т.е. существенным преобразованиям будут подвержены звенья воспроизводственной структуры, имеющие отношения к производству и потреблению ОРВ. Ликвидация мощностей, производящих хлоруглероды и другие вещества, разрушающие озоновый слой, должна сопровождаться синхронным созданием мощностей по

производству их заменителей. Кроме того, определенные преобразования затронут потребителей этих веществ. Таким образом. возникает довольно сложная задача по преобразованию воспроизводственной структуры. При этом все усугубляется гем, что преобразования должны произойти в сжатые сроки. На прекращение производства некоторых из веществ отводится всего три года.

Развитые страны начали последовательное вытеснение озоноразрушающих соединений из производства и потребления несколько лет назад. У них накоплен определенный опыт в области создания экономического и организационного механизма, обеспечивающего замену ОРВ на вещества, не влияющие на озоновый слой.

К примеру, в США в 1990 г. была принята национальная программа по охране стратосферного озона. Приня гие этой программы осуществлялось законодательной властью. Соответствующая поправка была внесена в Закон о чистом воздухе. С 1 января 1990 г. был введен акцизный налог на производство и использование ОРВ. Этот налог взимается с производителей и импортеров химикатов, разрушающих озон. Ставки налога, дифференцированные по разным веществам, были определены законом. Одновременно с налогом была введена система лицензирования производства и применения ОРВ. Система лицензий (разрешений) создала жесткие административные ограничения производства озоноразрушающих веществ, например, ни одно из предприятий не может превысить предоставленную ему квоту. Роль акцизного налога заключается в том, чтобы изъять у производителей ОРВ сверхприбыль, возникающую из-за искусственного ограничения рынка сбыта этих веществ.

Конечно, можно было бы сказать, что при таком налоге не нужно лицензирование. Действительно, теоретически одинакового результата (в смысле сокращения производства) можно добиться либо вводя налог, либо доводя до предприятий разрешенные им квоты производства. Налог в этом смысле лучше, так как он, с одной стороны, стимулирует снижение производства, а с другой – изымает сверхприбыль. Но такое преимущество можно обнару-

жить лишь в теории. На практике подобные расчеты, как правило, проводят приблизительно, что неприемлемо в отношении озоноразрушающих соединений, до которых допустимые объемы производства жестко заданы на каждый год.

Возвращаясь к стимулирующему воздействию налога, можно отметить, что он создал некоторый стимул в отраслях, производящих ОРВ, которые естественно не платили такого налога. По сравнению с равновесной ситуацией предельные издержки по производству заменителей могут быть увеличены на величину налога. Это повысило конкурентоспособность производства заменителей и увеличило стимулы к вложению средств в данную сферу экономики.

Кроме того, налог создавал стимул к взаимозамене различных ОРВ, так как ставка налога была дифференцирована в соответствии с озоноразрушающим фактором каждого из соединений.

Ставки налога дифференцированы по времени. Они возрастают параллельно уменьшению разрешенного объема производства. Базовые значения налога (в расчете на 1 фунт вещества), принятые в США, следующие: 1,37 долл. – для 1990–1991 гг.; 1,67 долл. – для 1992 г.; 2,65 долл. – для 1993–1994 гг. После 1994 г. базовая ставка налога увеличиваеттся на 45 центов. Далее базовая ставка умножается на коэффициент, характеризующий озоноразрушающий потенциал каждого из веществ.

Введение налога на ОРВ не вызвало существенных возражений, хотя, конечно, противники введения налога оспаривали сам факт разрушения озонового слоя. Однако подписание Монреальского протокола и Венской конвенции не оставило никакой возможности избежать требуемого сокращения выпуска ОРВ. Сам по себе масштаб налога невелик, кроме того, административные органы создавали более жесткий механизм, чем налоговые стимулы. Промышленники, видимо, просчитали, что переложив налог на потребителя, они покроют дополнительные расходы, а сворачивать производство все равно придется. Для потребителей озоноразрушающих веществ введение налога осталось практически незаметным, так как доля дополнитель-

ных издержек в цене продукции, содержащей ОРВ, была ничтожно мала.

Следует заметить, что наряду с налоговым механизмом обсуждалась возможность введения и других экономических регуляторов. В докладе Ренд Корпорейшен, подготовленным для Агентства по охране окружающей среды США, проводилось сравнение различных вариантов введения экономического механизма. Среди рассматривавшихся методов была, например, продажа лицензий на аукционах и др. По всей видимости, был выбран наиболее простой в техническом отношении способ регулирования через централизованно предоставляемые разрешения на производство и налоги.

Формирование экономического механизма, направленного на сокращение производства таких веществ, обеспечит следующее:

– создание у потребителей озоноразрушающих веществ стимулов к переориентации на использование озонобезопасных. При этом возможно как замещение одних хладонов другими, озонобезопасными, так и изменение структуры потребностей (замещение одних потребностей другими);
– создание у производителей стимулов к замещению производства озоноразрушающих соединений на озонобезопасные;
– обеспечение стимулов к экологически безопасной утилизации предметов длительного пользования, содержащих озоноразрушающие вещества как у производителей этой продукции, так и у предпринимателей, занимающихся утилизацией.

7.4. Глобальные изменения биологического разнообразия

Число видов организмов, населяющих Землю, очень велико, но оценки этой величины сильно отличаются, варьируя от 5

млн до 80 млн. Однако более или менее четкая таксономическая принадлежность установлена для 1,4 млн видов. Из этого известного числа видов примерно 750000 – это насекомые, 41000 – позвоночные животные, 250000 – растения. Остальные виды представлены сложным набором беспозвоночных животных, грибов водорослей и других микроорганизмов.

Видовое «богатство» различных климато-географических зон сильно отличается, хотя четко прослеживается тенденция увеличения от полюсов к экватору. Так, например, число пресноводных насекомых в тропических лесах в 3–6 раз больше, чем в умеренных. На единицу площади в тропических лесах приходится наибольшее на Земле количество видов млекопитающих. Во влажных тропических лесах Латинской Америки на 1 га встречается 40–100 видов деревьев, тогда как на востоке Северной Америки 10–30 видов. В долинах Малайзии, в районе Куала-Лумпур, на одном гектаре насчитывается около 600 видов деревьев, диаметр ствола которых более 2 см, а на всей территории Дании в два раза меньше видов всех размеров.

В морской среде наблюдается такая же закономерность распределения, как и на суше. Так число видов асцидий в Арктике едва превышает 100, а в тропиках оно больше 600.

Биоразнообразие является основой жизни на Земле, одним из важнейших жизненных ресурсов. 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 за счет всего 20 видов, а 3 вида из них (пшеница, кукуруза, рис) покрывают более половины всех потребностей.

Биологические ресурсы являются также значительным источником сырья для промышленности, в том числе медицинской, это тот фактор, от которого зависит национальная экономика.

В последнее время человечество осознало полезность *диких видов растений и животных*. Они не только содействуют развитию сельского хозяйства, но и полезны для окружающей

среды, являясь обязательным компонентом – биотической составляющей – природных экосистем. Биоразнообразие считают главным фактором, определяющим устойчивость биогеохимических циклов вещества и энергии в биосфере.

Причинно-следственные отношения между многими видами играют большую роль в круговороте вещества и потоках энергии в компонентах экосистем, которые непосредственно связаны с человеком. Так, например, животные – фильтраторы и детритофаги, неиспользуемые человеком в пищу, вносят существенный вклад в круговорот биогенных элементов (например, фосфора).

Таким образом, даже виды организмов, которые не входят в пищевые цепи человека, могут быть ему полезны, хотя приносят пользу косвенным путем. Многие виды сыграли главную роль в становлении климата на Земле и продолжают быть мощным стабилизирующим фактором в отношении климата.

Понятие биоразнообразия все чаще ставится во главу угла при оценке состояния и экологического благополучия биоценозов и экосистем. Оно становится все более разносторонним и приобретает статус специального раздела биологической науки. В настоящее время под биоразнообразием понимают все виды растений, животных, микроорганизмов, а так же экосистемы и экологические процессы, частью которых они являются.

Биоразнообразие рассматривается на трех уровнях: генетическом, видовом и экосистемном.

Генетическое разнообразие представляет собой объем генетической информации, содержащейся в генах организмов, населяющих Землю. Видовое разнообразие – это разнообразие видов живых организмов, обитающих на Земле. Разнообразие экосистем касается различных сред обитания, биотических сообществ и экологических процессов в биосфере, а так же огромного разнообразия сред обитания и процессов в рамках экосистемы.

Утрата видов. Эволюционные процессы, происходившие в различные геологические периоды, привели к существенным изменениям 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 утрачивались быстрей 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 находится примерно 25% всего биоразнообразия Земли.

Опасность, грозящая биоразнообразию постоянно нарастает и составляет от 15000 до 50000 видов в год, или от 40 до 140 видов в день. По-видимому, около 22000 видов растений и животных сейчас находится под угрозой исчезновения. Из них 66% видов позвоночных животных являются обитателями континентов.

Выделяют четыре основные причины утраты видов:

1) утрата среды обитания, фрагментация и модификация;
2) чрезмерная эксплуатация ресурсов;
3) загрязнение окружающей среды;
4) вытеснение естественных видов интродуцированными экзотическими видами.

Во всех случаях эти причины антропогенного характера.

Подсчитано, что каждый год погибают тропические леса на площади 11,1 млн га (т.е. 21 га каждую минуту). Сокращение же 70% тропических лесов ведет не только к исчезновению тех видов, которые обитают на тех участках уничтоженного леса, но и к сокращению до 30% численности видов, обитающих на соседних участках леса.

Многие морские виды исчезают из-за коммерческой эксплуатации моря. Крупные наземные животные, в частности, африканский слон, также находятся под угрозой исчезновения вследствие чрезмерной антропогенной нагрузки на зоны их естественного обитания.

Большую опасность антропогенного воздействия на окружающую среду представляет ее загрязнение, особенно токсичными химическими веществами и ксенобиотиками, в част-

ности, пестицидами. Так, например, ДДТ, который давно был запрещен как экологически опасное вещество, до сих пор обнаруживается не только в почве, но и в составе тканей живых организмов. Причиной этого явления считают стабильность ДДТ (как и других хлорорганических соединений), а также его распространение с воздушными потоками, перелетными птицами.

Изменение 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 пшеницы и риса 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 благополучия человека и даже его существования на Земле. Однако, согласно результатам исследований, выполненных в течение 1986–1996 гг. в рамках МГБП, биоразнообразие экосистем и их функционирование не находятся в прямой связи. Устойчивость экосистем может быть нарушена при уменьшении биоразнообразия, так как она может быть обусловлена не реальным, а потенциальным биоразнообразием. Другими словами, виды, которые в данный момент не являются доминирующими, могут стать доминантами при изменении условий среды. Пока нельзя предсказать как отразится на функционировании экосистемы потеря биоразнообразия, но специалисты предполагают, что такие потери вряд ли будут благоприятными.

Меры по сохранению биоразнообразия. Можно считать, что одним из принципов экологической нравственности является следующий принцип: каждое поколение имеет право на то же биоразнообразие, что и предыдущее.

Разрабатывается четыре вида мер, направленных на сохранение и устойчивое использование биоразнообразия.

1. Защита особой среды обитания – создание национальных парков, биосферных заповедников и других охранных зон.

2. Защита отдельных видов или групп организмов от чрезмерной эксплуатации.

3. Сохранение видов в виде генофонда в ботанических садах или в банках генов.

4. Сокращение загрязнения окружающей среды.

Важным средством сохранения биоразнообразия является разработка международных национальных программ и конвенций, направленных на осуществление этих мер. Признают однако, что все эти меры пока недостаточны и процесс утраты видов продолжается в глобальном масштабе.

Конвенция по биоразнообразию, принятая 153 государствами 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. «Пан-европейская стратегия биологического и ландшафтного разнообразия» (1995), рассчитанная на 20 лет, главное внимание уделяет прибрежным и морским экосистемам.

Пока не ясно, окажутся ли эти меры эффективными.

7.5. Антропогенное воздействие на ближний космос

Озоновый слой – малая составляющая часть ближнего космоса, или, как его называют специалисты, околоземного космического пространства (ОКП). ОКП представляет собой внешнюю газовую оболочку, окружающую Землю.

ОКП защищает живое от жесткого ультрафиолетового излучения Солнца; оно играет важную роль в сложных солнечно-земных взаимосвязях, от которых зависят условия жизни на Земле.

В настоящее время механизмы влияния ОКП на биосферу и человека мало изучены.

Антропогенные воздействия на ОКП связаны с началом космической эры, насчитывающий всего несколько десятилетий. Тем не менее специалисты полагают, что вмешательство человека в эту среду весьма опасно, и уже сейчас такое воздействие оказалось существенно значительнее уровня более продолжительного влияния человека на любую другую природную среду (приземную атмосферу, гидро- и литосферу).

Особенность исследований в области ОКП обусловлена тем, что они требуют использования мощных и дорогостоящих технических средств – космических ракет. Эта среда уязвимее, чем другие среды, так как количество вещества в ней значительно меньше и энергетика процессов гораздо слабее, чем в приземной атмосфере, а, тем более, в гидро- и литосфере. Эти два главных обстоятельства определяют опасность антропогенного воздействия на ОКП.

Кроме угрозы изменений этой природной среды, есть и другие негативные последствия деятельности человека в космосе. К настоящему времени бесконтрольное использование ОКП привело к его загрязнению огромным количеством (более 3000 т) мусора, состоящего из фрагментов использованных космических средств. Опасность этого мусора уже начали осознавать специалисты в области космических аппаратов, поскольку столкновение с ними в космосе стало реальной угрозой. Фрагменты космического мусора накапливаются на высотах более 400 км; они занесены в соответствующий каталог, и за ними ведется постоянное слежение. Однако существует большое количество мелких осколков (менее 10 см), поток которых на много порядков превышает поток естественных метеорных тел. Согласно прогнозам, при нынешних темпах загрязнения суммарное количество твердых частиц размером более 1 см вырастет за 100 лет в два с лишним разом.

Знание свойств ОКП необходимо для обеспечения надежной работы космических систем и обеспечение безопасности космонавтов.

Выделяют следующие виды воздействия человека на ОКП:

- выброс химических веществ в результате работы ракетных двигателей;
- энергетические и динамические возмущения вследствие полетов ракет;
- загрязнение твердыми фрагментами, космическим мусором (отработавшими спутниками, элементами стыковочных узлов, разгонными блоками и т.п.);
- электромагнитное излучение радиопередающих и других промышленных систем;
- проникновение загрязняющих веществ из приземной атмосферы;
- радиоактивное загрязнение и жесткое излучение от ядерных энергетических установок, используемых на космических аппаратах.

Наиболее опасным с точки зрения изменения свойств ОКП считают выброс химических веществ. В основном это газообразные продукты, имеющие высокую температуру и скорость в близи сопла ракеты, поэтому происходит быстрое гидродинамическое расширение массы, выбрасываемого газа с его последующим охлаждением до уравнивания температуры с окружающей средой. Вследствие этих процессов в верхней атмосфере вдоль всей траектории полета ракеты формируется газовое облако сложного химического состава, компоненты которого взаимодействуют с компонентами верхней атмосферы и ионосферы. Основные продукты выброса ракет – вода и диоксид углерода. В результате пролета одной ракеты «Протон» в ОКП поступает примерно 100 т воды и более 90 т диоксида углерода. Для «Шаттла» эти показатели составляют 470 т и 110 т, соответственно.

На высоте более 90–100 км молекулы воды диссоциируются под действием УФ-излучения с образованием атомарного водорода. Выброшенный газ расширяется, претерпевает ряд превращений и распространяется на расстояние от сотен до десятков тысяч километров. Ключевым моментом является процесс диффузионного расплывания облака водорода.

Расчеты показали, что даже через 10 суток после пролета ракеты «Протон» в верхней атмосфере сохраняется избыток антропогенного водорода. При пролете ракеты «Шаттл» в случае ее регуляционных пусков с интервалом 10 суток происходит стационарное глобальное увеличение концентрации водорода, превышающее фоновые уровни на десятки процентов на высоте более 200 км.

Молекулы воды и диоксида углерода, которые выбрасываются в верхнюю атмосферу при работе ракетных двигателей, активно взаимодействуют с ионами кислорода ионосферы, причем их преобразование происходит гораздо быстрее, чем в естественных условиях. Вследствие этого возрастает скорость рекомбинации ионосферной плазмы и падает концентрация заряженных частиц, т.е. образуются так называемые ионосферные дыры. Наиболее крупномасштабные нарушения были обнаружены после запуска ракет «Сатурн-5»; горизонтальные размеры дыры составили тысячи километров, а концентрация электронов уменьшилась в них в несколько раз. Первоначально ионосферные дыры образовались над территорией США, а позже были обнаружены над Западной Европой и территорией бывшего СССР. Позднее аналогичные изменения были зарегистрированы и в результате полетов «Шаттла» и «Союза».

Диоксид углерода, который распространяется на сотни километров от траектории ракеты, как известно играет важную роль в тепловом балансе термосферы. Можно сказать, что этот баланс устанавливается в результате нагрева УФ-излучением и охлаждения ИК-излучением, значительная часть которого обусловлена молекулами диоксида углерода. Хотя все возможные последствия изменений концентрации диоксида углерода под влиянием антропогенного воздействия трудно прогнозировать, совершенно ясно, что естественные процессы в термосфере будут нарушены.

Исследование влияния полетов ракет на озоновый слой показало, что при ежемесячных пусках «Шаттла» (что примерно соответствует существующему сейчас режиму) в течении 4-х лет общее содержание озона снизится на 0,3% для средних ши-

рот и на 0,4–0,6% для высоких. Запуски ракет «Шаттл» и «Энергия» могут вызвать глобальное уменьшение озона, сравнимое с долголетними изменениями.

Что касается антропогенного выделения энергии, то полагают, что мощность антропогенного источника составляет примерно 10% от естественного; оно не должно вызывать резкой перестройки динамики верхней атмосферы. Радиоактивное загрязнение ОКП, возникающее вследствие использования ядерных энергетических установок на космических аппаратах, также не представляет угрозы для этой среды. Тем не менее неизбежно будет происходить осаждение радиоактивных веществ из ближнего космоса в приземную атмосферу и далее на поверхность Земли.

Специалисты считают, что сохранение ОКП как внешней защитной оболочки Земли возможно только при ограничении числа пусков ракет и принципиального изменения технических средств и методов выведения космических аппаратов на орбиту. В противном случае ОКП может оказаться полностью разрушенной.

7.6. Глобальная экологическая безопасность

Понятие глобальной экологической безопасности пока достаточно четко не сформулировано. В широком смысле безопасность – это способность противостоять угрозам по отношению к жизни, здоровью, благополучию, основным правам человека, источникам жизнеобеспеченья, ресурсам, социальному порядку. Выделяют три главные угрозы безопасности:

– *военные угрозы,* такие как глобальная ядерная война, распространение оружия массового уничтожения, международные перевозки вооружений, крупные войны и локальные конфликты;
– *экономические угрозы* – массовая нищета экономические коллапсы, международная миграция, пандемии;
– *экологические угрозы* – изменения состава атмосферы,

и их последствия; загрязнения природных пресных вод, океанов и прибрежных акваторий; обезлесивание и опустынивание, эрозия почв и потеря плодородия земель; риск связанный с биотехнологией; опасные выбросы загрязнений; производство, перевозка и применение токсичных химических веществ и материалов; передача опасных технологий и экспорт опасных отходов в развивающиеся страны (экологическая агрессия).

Сейчас само существование современной цивилизации находится под угрозой и требует решения ряда глобальных экологических проблем, возникших вследствие антропогенных воздействий.

На первых этапах общие цели для решения глобальных экологических проблем были сформулированы следующим образом:

1. Изучение глобальных энергетических и биогеохимических круговоротов (индустриальные и биосферные процессы):

– перспективы развития энергетики и ее возможное воздействие на экосистемы;
– слежение за «здоровьем» глобальных почв и растительности, включая управляемые системы;
– определение количества промышленных выбросов загрязнением в прошлом и настоящем.

2. Обоснование систем наблюдений для оценки глобальных изменений:

– развитие новых систем наблюдения, базирующихся на Земле и в космосе;
– обмен спутниковыми данными;
– анализ соответствия существующих и планируемых наблюдательных систем оценками глобальных изменений.

3. Анализ глобальных изменений в биоразнообразии:

– описание и наблюдение за биоразнообразием;
– пути ослабления процесса вымирания видов и потери разнообразия;
– анализ связей между биогеохимическими круговоротами и биоразнообразием.

4. Разработка теоретических и методологических основ понимания экологических изменений:

– выявление подходов для исследований неустойчивости экосистем;
– анализ методологической базы для предсказания глобальных экологических изменений.

5. Анализ и поддержка международных усилий:

– Международная геосферно-биосферная программа (МГБП);
– изучение и поддержка международных договоров в области изучения окружающей среды.

В рамках проекта по управлению глобальной безопасностью и риском сформированы следующие приоритеты:

Изучение наиболее важных проявлений риска, которые могут воздействовать на выживание мирового сообщества, включая экологические, демографические, экономические, политические, военные, гуманитарные и социальные аспекты. Установление допустимых порогов риска, нарушение которых ведет к глобальной угрозе жизни человека и цивилизации.

Разработка подходов для раннего распознавания и оценки опасности каждого из компонентов риска, а также взаимодействия между ними.

Поиски путей более эффективного использования существующих соглашений, программ и институтов для решения задач глобальной безопасности, расширения международного сотрудничества.

Обеспечение доступности полученных результатов и рекомендаций для ООН, правительств и людей во всем мире.

Наиболее актуальными были признаны следующие направления разработок по управлению глобальной безопасностью и риском:

– глобальная окружающая среда, воздействие на нее и проблемы риска;
– политическая и военная безопасность, воздействующие факторы и проблемы риска;
– демографические изменения в глобальном масштабе; развитые и развивающиеся страны;
– развитие экономики и технологий.

Ключевым этапом на пути решения глобальных экологических проблем и укрепления экологической безопасности являются конференции ООН по проблемам окружающей среды и развития.

Конференция ООН по окружающей среде в Стокгольме (1972) сосредоточила внимание государств-участников на самых важных проблемах, стоящих перед мировым сообществом, и определила на будущее новый путь, а именно ***устойчивого развития.***

Вторая конференция ООН по окружающей среде и развитию (КОСР-2) состоялась в июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро. Она была весьма представительной: в ней участвовали главы 114 государства и дипломаты из 178 стран, представители 1600 неправительственных организаций.

Наибольшим достижением КОСР-2 было признание того факта, что проблемы окружающей среды и развития не могут рассматриваться изолированно. Была продемонстрирована органическая связь проблем нищеты и слабого уровня развития с экологическими проблемами, привлечено внимание к глобальным и региональным экологическим проблемам на высоком уровне.

На Конференции были одобрены и приняты пять основных документов:

- «Декларация Рио об окружающей среде и развитии»;
- «Повестка дня на XXI век»;
- «Заявление о принципах по управлению, сохранению и устойчивому развитию всех типов лесов»;
- Рамочная конвенция по проблеме изменения климата;
- Конвенция по биоразнообразию.

Первые три документа были определены как не связывающие подписавшие их стороны какими-либо обязательствами.

В документе «Декларация ...» очень существенными представляются два тезиса:

1. Все государства и все люди будут сотрудничать в осуществлении крайне важной задачи устранения бедности – необходимого требования устойчивого развития для того, чтобы уменьшить неравенство в стандартах жизни и лучше удовлетворить требования большинства людей в мире.

2. Для достижения устойчивого развития и более высокого качества жизни для всех людей государствам следует ослабить и исключить экологически неприемлемые производство и потребление и поддерживать демографическую политику.

Глобальные проблемы рассмотрены в «Декларации ...» в следующих аспектах:

1. Уровень потребления ресурсов биосферы, определяющих экологическое благополучие (а сейчас - неблагополучие) планеты.

В центре внимания оказывается биосфера, однако отмечается, что пока знания о ней недостаточны, а в частности весьма приближенными остаются оценки порога допустимого воздействия на биосферу.

2. Соотношение между уровнем потребления ресурсов биосферы и ростом населения.

Некоторые специалисты считают, что потребности всех людей на Земле не могут быть удовлетворены в равной степени.

На КОСР-2 была принята стратегия устойчивого развития, которая продолжает быть в центре всеобщего внимания и в настоящее время.

Идею разработки всемирной стратегии охраны природы впервые выдвинули в конце 70-х годов международные организации: Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП), Программа (комитет) ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Всемирный фонд дикой природы (ВВФ). В ней фокусировалось внимание на опасности изменений в биосфере Земли и предлагалось предпринять ряд действенных мер по их смягчению.

В первом варианте Стратегии подчеркивалась необходимость учета экологических факторов в прогрессе социально-экономического развития и впервые был использован термин «устойчивое развитие» (sustainable development).

В конце 80-х годов стало очевидно, что необходим новый документ, учитывающий происходящие в мире изменения и опыт реализации первой Стратегии.

В 1986 г. в рамках МГБП была сформирована цель Стратегии устойчивого развития – выработать основные пути и способы приспособления жизни к глобальным изменениям.

Большое внимание в Стратегии уделено «неистощительному использованию ресурсов». Только такой подход дает надежду на то, что мы сможем оставить что-то потомкам.

Сейчас понятие устойчивого развития включает взаимосвязь экономических, социальных и экологических компонентов устойчивого развития, а также потребности обеспечения сотрудничества на различных уровнях.

Отношение к основным положениям Стратегии устойчивого развития весьма неоднозначно. Ряд известных ученых относится к ней отрицательно или довольно скептически. Так академик Н.Н. Моисеев, один из ведущих российских специалистов по биосферным явлениям, считает, что концепция устойчивого развития является опасным заблуждением. Она порождает иллюзии, которые в какой-то мере успокаивают общественное мнение. На самом же деле потенциальные возможности современной цивилизации исчерпаны или близки к исчерпанию. Человечество стоит перед реальной возможностью исчезновения с лица планеты. По мнению Н.Н. Моисеева, чисто технического или технологического пути преодоления кризисов не существует. Энергосберегающие технологии, очистка воды, воздуха, почвы и охрана природы недостаточны для преодоления неизбежного экологического кризиса. Необходимы меры, способные качественно пересмотреть планетарную экологическую обстановку. Людям придется пересмотреть шкалу ценностей и сам процесс развития человечества, что потребует согласованных действий всех народов планеты.

Оптимистический взгляд, однако, заключается в том, что накопленный интеллектуальный потенциал может остановить разрушение природы. Существенным препятствием длительное время была гонка вооружения, поглотившая громадные ресурсы, но сейчас, благодаря серьезным политическим изменениям в мире, она стала ослабевать.

Соревнование между двумя экономическими системами завершилось поражением централизованно управляемой экономики. Планета превращается в единое рыночное пространство, причем пропасть между государствами увеличивается. Капиталы будут концентрироваться в государствах с высоким уровнем производительности труда, и эти страны будут продолжать

богатеть. В этих условиях, по мнению Н.Н. Моисеева, решение глобальных экологических проблем вряд ли возможна. Необходимо целенаправленно усовершенствовать экономический и политический порядок, который сложился к концу XX века. Надо ускорить экономический рост в развивающихся странах, как считают многие специалисты. Однако, если делать это по схеме промышленно развитых стран, то природе будет нанесен невосполнимый ущерб.

Концепция устойчивого развития, ориентированная на сохранение «природного капитала», сводится к необходимости сбалансировать деятельность человека со способностью природы восстанавливаться. Концепция признает, что экономический рост необходим для избавления от бедности, которая приводит к разграбления ресурсов.

Устойчивое развитие угрожает устоявшимся интересам и поэтому сталкивается с противодействием в высших политических сферах. Таким образом, наиболее остро стоит вопрос о взаимоотношениях стран с разным уровнем жизни.

7.7. Современные экологические проблемы Республики Казахстан

Современные экологические проблемы Республики Казахстан сложны, многообразны и территориально дифференцированы. По выбросам вредных веществ в атмосферу от стационарных источников страна находится в лидирующей тройке, на которую приходится больше половины выбросов всех стран СНГ, уступая России и Украине.

В Казахстане очень уязвимая природная среда. Территорию республики в основном составляют степи, полупустыни и пустыни. Существуют уникальные внутриконтинентальные моря и озера, такие, как Каспий, Арал, Балхаш, Зайсан, Алаколь.

В результате антропогенных нагрузок практически на всей территории Казахстана нарушена естественная способность природной среды обеспечивать будущее экономическое и социальное развитие страны.

Экстенсивное развитие сельскохозяйственного производства оставило след в виде деградации земель и оскудения ландшафтов, более 60% территории страны подвержено жесточайшему опустыниванию, что приводит к уменьшению плодородия почв и, как следствие, к сокращению продуктивности животноводства и растениеводства. За 40 лет эксплуатации целинных и залежных земель в результате ветровой и водной эрозии утрачено 1,2 млрд т гумуса. Интенсивное и нерациональное развитие орошаемого земледелия, а также зарегулирование стока в условиях аридного климата привело к дефициту воды в бассейнах малых и крупных рек южного региона, таких как Или, Сырдарья и др. На глазах одного поколения почти в два раза сократилась площадь Аральского моря. Аналогичная судьба ожидает озеро Балхаш. При потребности республики в воде в 100 куб. км в год существующая обеспеченность составляет 34,6 куб. км. По водообеспеченности на душу населения Казахстан занимает последнее место среди стран СНГ.

Ежегодно в поверхностные водоемы республики сбрасывается более 200 млн куб. м загрязненных сточных вод. Выявлено более 3 тыс. очагов загрязнения подземных вод, площади которых составляют от нескольких до сотен кв км.

Большинство предприятий перерабатывающего и энергетического комплексов имеет несовершенную технологию, морально и физически изношенные основные производственные фонды, что способствует увеличению количества вредных выбросов. В атмосферу в начале 90-х годов ежегодно поступало около 6 млн т загрязнений (50% – теплоэнергетика, 20% – черная металлургия, 13% – цветная металлургия, 4% – химия и нефтехимия). Большинство зон высокого загрязнения атмосферного воздуха совпадает с местами концентрированного расселения людей. В Карагандинской и Павлодарской областях на каждого жителя приходится соответственно, 10,5 т и 7,7 т вредных выбросов.

В результате деятельности предприятий горно-металлургического комплекса на территории Казахстана скопилось более 20 млрд т промышленных отходов при ежегодном поступлении около 1 млрд т, в том числе 230 млн т радиоактивных. К примеру, 95% от общего объема добываемой руды попадает в

отходы, зачастую чрезвычайно токсичные и размещенные в неприспособленных для хранения местах. Имеющаяся статистика отмечает рост токсичных отходов. Они сосредоточены преимущественно в Карагандинской – 29,4%, Восточно-Казахстанской – 25,7%, Костанайской – 17% и Павлодарской – 14,6% областях. Тяжелыми металлами и нефтепродуктами загрязнены также земли Кызылординской, Атырауской и Западно-Казахстанской областей. Здесь объемы брошенных и захороненных буровых шламов, замазученных и низкорадиоактивных вод, площади нарушенных земель трудно поддаются оценке.

Экологическая катастрофа грозит Актау и Каспийскому морю. Заводы промышленного гиганта Прикаспийского горно-металлургического комбината (ПГМК) сбрасывали сточные воды в котловину расположенную всего в нескольких километрах от города Актау, где образовалось искусственное озеро Кошкар-Ата. Эти заводы в основном занимались обогащением урана. Со временем в водоеме Кошкар-Ата скопились практически все элементы таблицы Менделеева. В том числе радиоактивные и токсичные.

Озеро Кошкар-Ата и Каспийское море отделяет друг от друга узкая береговая полоса, длиной не более 8 км, поэтому возникла опасность загрязнения Каспия водами хвостохранилища Кошкар-Ата.

Кроме загрязнения Каспия появилась опасность загрязнения подземных вод месторождения технической воды Куюлус, откуда Мангышлакский атомный энергокомбинат /МАЭК/ берет часть воды для Актау.

Но, помимо загрязнения токсичными и радиоактивными веществами грунтовых вод, имеется еще одна проблема, связанная с хвостохранилищем Кошкар-Ата. В данный момент озеро пересыхает, потому что заводы бывшего ПГМК простаивают и не сбрасывают воду. На высохших берегах озера образуется токсичная пыль, которую ветер разносит по округе. Перед экологами Мангистау стоит непростая проблема. Если поддерживать в озере прежний уровень воды, то может произойти сброс токсичных отходов в Каспий. Если дать озеру высохнуть, то пылью будут заражены все земли и пастбища вокруг Актау и поселка Акшукур.

Постоянно растущие объемы отходов промышленного производсива формируют новые техногенные ландшафты, с ростом высоты отвалы и терриконы становятся источниками интенсивного пылеобразования.

Второе место по объемам отходов производства после горнодобывающей промышленности занимают металлургическая промышленность и энергетика. Более 1,5 млрд т отходов накоплено только в золоотвалах Экибастузской ГРЭС Павлодарской области. Под угрозой прорыва в реку Иргыш находится золохранилище Согринской ГРЭС.

Свыше 350 полигонов хранения отходов создали крупнейшие корпорации ОАО «Испаткармет» и «Казахмыс» в Карагандинской области. Многолетние отходы Балхашского горно-металлургического комбината привели к загрязнению побережья и самих вод озера Балхаш.

Печально известна своими донными отложениями металлической ртути река Нура. В течение 20 лет в нее сбрасываются сточные воды производственного объединения «Карбид» и других заводов города Темиртау, а также зола Карагандинской ГРЭС-1. Зола абсорбировала из сточных вод ртуть и сегодня на протяжении 25 км в русле и пойме реки Нуры образовались иловые отложения, где содержится ртуть. В результате поставлена под угрозу вся система озер Коргалжинского государственного заповедника, единственным питающим водостоком которого она является.

Нефтяная и газовая промышленность занимает первое место среди отраслей промышленности по объемам инвестиций. Несмотря на это, в основных районах нефтегазодобычи и нефтепереработки: Атырауской и Мангистауской областях – работы проводятся с применением отсталых технологий, устаревшего оборудования, что приводит к авариям и утечкам нефти. В результате , общая площадь нефтяного загрязнения в Западном Казахстане составляет 194 тыс. га, а объем разлитой нефти – более 5 млн т.

Практика сжигания попутного газа в факелах также наносит значительный экологический и экономический ущерб. Повышенный тепловой фон и подкисление компонентов окружающей

среды вокруг месторождений при сгорании газа оказывают негативное влияние на почву, растительность, животный мир прилегающих к нефтяным комплексам районов, внося свой «вклад» в увеличение парникового эффекта. Безвозвратные потери газа составляют более 740 млн куб м в год. Отмечена повышенная заболеваемость населения в зоне Тенгизского нефтегазового месторождения (более чем в 6 раз выше областных показателей) от загрязнения атмосферного воздуха диоксидами серы и азота.

Сегодня остро стоит вопрос с отходами производства на нефтепромыслах. С ростом добычи нефти появилась новая проблема – накопление болыпих объемов серы. Например, только на месторождении Тенгиз ее накоплено уже более 7 млн т. Оценка воздействия этой серы на окружающую среду еще не проводилась, только сегодня начата работа по переработке серы в гранулы для последующей продажи за рубеж.

В результате повышения уровня Каспия оказались затопленными более 200 скважин и месторождений нефти, в том числе крупнейших: Каламкас и Каражанбас, что является угрозой не только биологическому разнообразию (в Каспии сосредоточено 90% мировых запасов осетровых рыб, большое количество видов орнитофауны, эндемик - каспийский тюлень), но и всей экосистеме Каспийского моря. За последние 10 лет улов промысловых рыб сократился в 10 раз.

Огромные территории Казахстана пострадали от деятельности военных полигонов и запусков космической техники. За период между 1949 г. и 1991 г. на Семипалатинском испытательном ядерном полигоне было проведено 470 ядерных взрывов. Невозможно точно подсчитать число погибших, количество облученных достигло полумиллиона человек. На территории бывшего Семипалатинского ядерного полигона около 2 млн га сельскохозяйственных угодий подвержено радиоактивному заражению.

Аральский и Семипалатинский регионы объявлены зонами экологического бедствия, где произошли разрушение естественных экологических систем, деградация флоры и фауны и вследствие неблагополучной экологической обстановки нанесен существенный вред здоровью населения. Зоны экологического бедствия представляют собой реальную угрозу внутренней безопасности страны.

В настоящее время в районах, прилегающих к бывшему Семипалатинскому полигону (85 населенных пунктов с численностью населения 71,9 тыс. человек), отмечается высокий уровень онкологической заболеваемости и смертности населения, болезней системы кровообращения, пороков развития среди новорожденных и эффектов преждевременного старения.

В зоне экологического бедствия Приаралья (178 населенных пунктов с населением 186,3 тыс. человек) наблюдается высокий уровень желудочно-кишечных заболеваний и анемии, особенно среди женщин и детей, детской смертности и врожденной патологии.

В настоящее время на территории Республики Казахстан функционируют четыре военно-испытательных полигона и комплекс «Байконур». Реальную экологическую угрозу представляют упавшие и падающие на землю фрагменты ракет, разливы высокотоксичного топлива и другие факторы, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду и проживающее в непосредственной близости население. Пуски ракет-носителей с космодрома «Байконур» обеспечены наличием районов падения отделяющихся частей общей площадью 12,24 млн га. В этих условиях оценка состояния окружающей среды занимает важное положение в решении проблемы предотвращения и ликвидации техногенного воздействия в местах производства, испытаний, хранения и эксплуатации космических средств, военной техники и военных объектов, а также в местах размещения промышленных организаций, дислокации воинских частей и соединений, осуществляющих ракетно-космическую деятельность.

В настоящее время проводятся научно-исследовательские работы по бюджетной программе «Мониторинг экологического состояния участков территории Республики Казахстан, подверженных ракетно-космической деятельности». Также в рамках Программы развития ресурсной базы минерально-сырьевого комплекса страны на 2003–2010 годы, утвержденной постановлением Правительства Республики Казахстан №1449 от 29 декабря 2002 г. начаты комплексные гидрогеологические и геоэкологические исследования территорий военно-испытательных полигонов. Поскольку в решении ряда задач космическим средствам

нет альтернативы, то снижение воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую среду и здоровье населения, обеспечение экологической безопасности ракетно-космических комплексов приобретают все большую актуальность.

Интенсивное загрязнение воздуха, воды и почв, деградация животного и растительного мира, истощение природных ресурсов привели к разрушению экосистем, опустыниванию и значительным потерям биологического и ландшафтного разнообразия, росту заболеваемости и смертности населения. Следствием подобных изменений является снижение качества жизни населения и неустойчивое развитие республики. В то же время остаются самыми низкими среди стран Евразии государственные расходы на охрану окружающей среды. Они составляют не более 0,5 долл. в год на одного человека.

7.8. Будущее Аральского моря и Каспийский узел

Аральское море – крупнейший водоем, расположенный в центре среднеазиатских пустынь. До снижения уровня по размерам площади зеркала водной поверхности (63 400 км^2) среди бессточных водоемов оно занимало второе место после Каспия. При больших размерах Аральское море относится к числу сравнительно мелководных водоемов.

Отметка водной поверхности Арала в естественных условиях равна 52 м над уровнем Мирового океана, что почти на 80 м выше уровня Каспия. При этой отметке объем воды, заключенный в котловине моря, равен 1023 км^3. Наибольшая его глубина 68 м, преобладающая – около 30 м, а средняя – всего 16 м.

Аральское море не имеет стока. Принимая воду крупнейших рек Средней Азии: Амударьи и Сырдарьи, оно испаряет ее в атмосферу. В сумме обе эти реки, сток которых формируется в высокогорных районах Тянь-Шаня и Памира ежегодно несут с гор 106,5 км^3 воды, из них на долю Амударьи приходится 69,5 км^3/год и Сырдарьи – 37 км^3/год.

По выходе из гор на большом пути через пустыню до берегов Арала сток питающих его рек уменьшается примерно на половину. Происходит это в результате естественных потерь на

испарение и фильтрацию, и главное-интенсивного водозабора, на орошение и обводнение прилегающих засушливых земель. В Арал в 1910– 1960 гг., когда уровень моря держался сравнительно устойчиво, поступало в среднем 54,5 км^3/год, т.е. около половины стока, формирующегося в горной части бассейна.

При значительном содержании растворенных солей в водах Амударьи и Сырдарьи воды Арала в естественном состоянии отличались сравнительно не высокой минерализацией, всего 10–11%, что приблизительно примерно в три раза ниже солености вод Мирового океана.

Как показали исследования, увеличение безвозвратных потерь воды с ростом орошаемых площадей до 1960 г. компенсировалось повышенной водностью питающих море рек: Сырдарьи и Амударьи и одновременно уменьшением потерь воды на транспирацию с дикой влаголюбивой растительностью, а также увеличением ее оттока с орошаемых площадей после создания коллекторно-дренажной сети.

Однако в последующем, когда для орошения начали использоваться земли, значительно удаленные от русел рек, расположенные на более высоких отметках, влияние названных компенсационных факторов себя исчерпало. Развитие орошения, как показали детальные исследования водного баланса орошаемых земель, стало сопровождаться одновременным ростом безвозвратных потерь стока. К 1980 г. приток в Аральское море уменьшился почти вдвое. Уровень его стал быстро падать, особенно после увеличения водозабора в Каракумский канал, с помощью которого обводнены обширные районы Каракумов, в том числе столица Туркмении Ашхабад. Канал ежегодно забирает из Амударьи одну четверть ее годового стока. Он все далее пробивается к Каспию. Снижению уровня Арала способствовали также частые сбросы значительных объемов стока Сырдарьи (в многоводном 1969 г. – 20 км^3) в Арнасайскую и Амударьи – в Сарыкамышскую впадины, на месте которых образовались большие озера. Площадь зеркала водной поверхности Арала уменьшилось почти на 15 тыс. км^2. Обнажилось дно обширных мелководий, покрытое солевым налетом. К настоящему времени уровень Аральского моря понизился и понижение будет неизбежно продолжаться по мере увеличения безвозвратного водопотребления в бассейнах

питающих его рек. И хотя нередко в печати высказывались по этому поводу сожаления и пожелания «защитить Арал», но все более широкое использование вод Амударьи и Сырдарьи ни к чему иному привести, очевидно, не может.

Какова же, однако, дальнейшая судьба Аральского моря в свете всего сказанного? При реализации намеченных планов развития орошения в бассейне Аральского моря (до 8,0–8,9 млн га) без привлечения части стока сибирских рек водные ресурсы Амударьи и Сырдарьи будут исчерпаны практически полностью в ближайшие годы. Уровень моря, по различным вариантам проектных проработок, понизится до отметки 42–34 м, а общее снижение уровня по сравнению с его состоянием до 1960 г. составит 10–18 м. И без того значительно уже уменьшившаяся площадь зеркала еще более сократится. Используя кривые изменения площади зеркала и объемов воды моря в зависимости от уровня, не представляет труда определить «судьбу» Арала при любых безвозвратных изъятиях стока. Это не сложнее, чем решать задачу о наполнении сосуда, в который из одного крана вода втекает, а из другого вытекает. В данном случае она, правда не вытекает, а испаряется.

Аральское море в перспективе превратится в сравнительно небольшой остаточный водоем, который будет поддерживаться в основном стоком сбросных и дренажных вод. Минерализация вод, возросшая уже сейчас, в будущем еще более увеличится (до 40%).

Наиболее серьезными и еще недостаточно изученными сторонами этой проблемы являются опустынивание и изменение природной среды Приаралья, связанные с нарушением естественного гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режима Аральского моря. Опустынивание сказывается на всех компонентах природной среды: микроклимате, почвах, поверхностных и подземных водах, флоре и фауне. При достижении так называемого критического уровня произойдет расчленение Арала на два водоема (Большое и Малое море) с последующим быстрым высыханием Малого моря. Среди возможных последствий этого для природной среды Приаралья одно из наиболее важных – развитие пыльных и солевых бурь, очагом возникновения которых может стать обсыхающее дно Аральского моря.

Вот как выглядит современный Арал при снижении его уровня на 15 м (при отметке 38 м). Площадь акватории сократилась на 40%, объем воды – на 65%. Малое море (северная часть Арала) полностью отчленилось от Большого (южной части Арала) перемычкой, которая в самом узком месте имеет ширину около 25 км и высоту над уровнем моря 2–5 м.

Скоро полностью разделятся амударьинским валом западная и восточная части Большого моря. Ширина этого вала достигнет 15–35 км. Только в двух местах в нем сохранятся проливы. А ведь этот прогноз делался давно!

Для снижения засоляющего влияния такого остаточного водоема на окружающую среду выдвигаются предложения расчленить его на три водоема, водный и солевой баланс которых может регулироваться с помощью двух дамб, разделяющих западный и восточный Арал с водосливными сооружениями в них. Малый Арал предлагается соединить с восточной частью Большого Арала каналом также с регулирующим водосливным сооружением.

Иногда приходится слышать, что исследования и проектные проработки по проблеме Аральского моря якобы имеют целью сохранить его в том виде, который оно имело до 60-х годов, когда началось снижение его уровня. Сохранить Арал и восстановить его прежний уровень практически невозможно. Нельзя прекратить расширение орошаемых земель для предотвращения дальнейшего падения уровня и увеличения солености вод Арала. Это означало бы остановить экономическое и социальное развитие среднеазиатских республик, население которых быстро растет. Поэтому сохранить Арал в том виде, какой он имел до начала 60-х годов, когда началось снижение его уровня, очевидно задача уже недостижимая.

Даже заимствование стока из смежных бассейнов может рассматриваться лишь как средство для сохранения уровня Арала на более высоких отметках, но отнюдь не для его восстановления. С экономической точки зрения, использовать для этой цели воду из других бассейнов было бы, разумеется, неразумно. Слишком дорога эта вода, чтобы испарять ее с повеохности Аральского моря.

При полном использовании водных ресурсов бассейнов Амударьи и Сырдарьи для сохранения Арала потребовалось бы заимствовать где-то 50–60 км^3 воды в год. Восстановление прежнего уровня Арала потребовало бы огромных затрат, порядка 20–25 млрд долл.

Уточнение прогноза возможных неблагоприятных последствий и разработка мер по их всемерному предотвращению является одной из важнейших задач научных исследований по проблеме Аральского моря. Но сейчас уже ясно, что нежелательные и отрицательные экологические и социально-экологические последствия снижения уровня Аральского моря будут тем меньше, чем на более высокой отметке удастся его стабилизировать. Для достижения этой цели планируются и осуществляются меры по всемерной экономии водных ресурсов, уменьшению безвозвратных потерь. Но коренным образом положение Арала может быть улучшено лишь при заимствовании стока из других бассейнов. Но это уже, в сущности, проблема не только Арала.

Каспийская проблема. В ближайшем обозримом будущем экономическое благополучие Казахстана будет строиться на использовании природных ресурсов, по целому ряду причин.

Во-первых, по запасам минеральных ресурсов Казахстан входит в пятерку ведущих стран мира. С другой стороны, самыми богатыми в настоящее время странами на земле являются страны Ближнего Востока, сказочно разбогатевшие за последние 30–50 лет. Это Бахрейн, Кувейт, Саудовская Аравия и т.д.

Большие надежды вселяет экспорт нашего углеводородного сырья, хотя точные результаты прогнозов пока не известны или тщательно скрываются. Цифры прогнозов колеблются в настоящее время от 2 млрд т до 7 млрд т. Экспортная ориентация идет не на продукты переработки, хотя у нас имеется 3 нефтеперерабатывающих завода, а на чистую нефть.

В настоящее время Казахстан решает проблему выхода Казахстанской нефти к морским причалам. Открытие КТК (Каспийского трубопроводного консорциума) много раз откладывалось. Причин тому было много: это и экономические, и технические, но чаще всего политические причины: слишком много противоречий разных государств переплелось на Каспии.

Последний раз, когда уже все было готово к пуску КТК, встала проблема сброса промывочных вод из трубопровода.

Строительство КТК обошлось в 2,5 млрд долл., он рассчитан на прокачку от 20 до 60 млн т нефти в год. Но этот маршрут очень не нравится Турции, и она вводит ограничение на проход судов через пролив Босфор. Казахстан рассматривает 5 основных направлений экспорта нефти. Кроме упомянутого КТК вторым по значению является маршрут Баку–Джейхан от казахстанского побережья Каспийского моря через Баку на турецкий порт Джейхан. У этого проекта очень много негативных моментов: большая протяженность (1,830 км), высокая дороговизна (свыше 4 млрд долл.), нестабильность в районе прокладки и самое главное - экологическая уязвимость , поскольку первоначальная часть маршрута от Казахстанского побережья до Баку пройдет по дну Каспийского моря, что чревато непредсказуемыми последствиями. Но этот проект «продавливают» США, а Казахстан дал согласие на его осуществление.

Следующим направлении транспортировки нефти следует назвать Китайский проект, рассчитанный на прокачку до 40 млн т/ год. Здесь много положительных моментов, прежде всего наличие единого покупателя. Но проект этот дорог (4 млрд долл.) очень протяжен (3268 км). Очень привлекательно выглядит Иранское направление. Небольшой объем продажи идет и сейчас по схеме замещения, путем транспортировки по Каспийскому морю. Но речь идет о строительстве сухопутного трубопровода в Иран емкостью до 20 млн т/год. Протяженность сравнительно невелика – 1600 км, невелика и стоимость – 1,5 млрд долл. Здесь ярым противником выступают США из-за их санкции против Ирана. Таковы основные направление использования нашего углеводородного сырья.

Международно-правовой статус Каспия как моря или озера может иметь значение при выборе процедуры определения прав прибрежных государств, но он не окажет никакого влияния на результат такого определения, по крайней мере, в разграничении ресурсов.

Конвенция ООН по морскому праву от 1982 г. распространяется на все моря и океаны. Каспий уже давным-давно имеет

выход к открытому океану через систему рек и каналов, поэтому спор о его статусе диктуется больше меркантильными причинами. Согласно Конвенции ООН по морскому праву прибрежные государства имеют права на территориальные воды, исключительную экономическую зону и континентальный шельф.

Если будет установлено, что Каспийское море является не морем, а озером, то права государств будут определяться международным правом, распространяющимся на озера. Этот режим использовался при разделе озер Виктория. Чад, Верхнее, Чуран, Онтарио, а также Аральского моря в бывшем СССР, когда оно было разделено по закону от 22 октября 1924 г. между Казахстаном и Узбекистаном.

В настоящее время Россия предлагает сохранить установленные международными соглашениями времен СССР границы на Каспии. Ее поддерживают Казахстан и Азербайджан. Туркмения, заявляющая об отсутствии разногласий, предлагает отдать каждому государству 12-мильную прибрежную зону, а еще на 35 миль распространить зону экономических интересов этой страны, оставив середину моря общей. Иран, в свою очередь, настаивает на равнодолевой 20-процентной делимитации богатого нефтью, газом и осетровыми Каспия между пятью прибрежными государствами. Однако в целом положение значительно сложнее.

Сейчас Ашгабад и Тегеран осознают, что окончательное решение в определении правового статуса Каспия упирается только в их несговорчивость. В отличие от Казахстана и Азербайджана, ни Туркменистану с его ничтожными запасами нефти в Каспийском море, ни Ирану со своей персидской нефтью нет смысла торопиться с этим вопросом.

Иран настаивает на варианте раздела Каспия на пять равных частей. В противном случае, при реализации принципа «срединной линии», принятого Россией, Казахстаном и Азербайджаном, у Ирана будет лишь около 12% прибрежной территории.

На данный момент на Каспии уже было продемонстрировано два подхода в решении вопроса о спорных территориях. Первый продемонстрировала Россия, когда предложила Казахстану и Азербайджану совместно разрабатывать спорные месторождения до определения правового статуса моря по принципу «50 на 50».

Ашгабад сразу отверг это предложение. Второй подход продемонстрировал Иран в июле 2001 г., когда иранские военные катера и авиация под угрозой применения силы заставили азербайджанское геологоразведочное судно покинуть спорную каспийскую территорию.

Этот инцидент показал, что ситуация в Каспийском регионе, как ни печально, переходит в новую фазу конфронтации, поскольку сразу после этого США поставили Азербайджану партию катеров береговой охраны, оснащенных новейшими радиолокационным оборудованием, а Турция подарила сторожевой корабль.

Это был первый прецедент силового решения каспийской проблемы, что негативно может повлиять на инвестиционный «климат» региона.

Большой уровень неопределенности в районе Каспия заставляет задумываться о возможных сценариях развития ситуации в будущем, которые по мнению экспертов могут быть такими:

1. Разногласия между некоторыми государствами могут действительно вылиться в вооруженный конфликт, в первую очередь, между Ираном и Азербайджаном. Хотя, с геополитической точки зрения, это опасно для Баку и не выгодно для Ирана.

2. Ситуация не выйдет из-под контроля и сохранится статус-кво, когда все стороны останутся на своих позициях.

3. В лучшем случае, в качестве посредника может выступить ООН, к которой могут обратиться прикаспийские государства для решения проблемы спорных месторождений. Но это, скорее всего, вызовет сопротивление Ирана и Туркменистана, которые уже заявляли, что эти вопросы находятся в компетенции только пять прикаспийских государств.

4. Улучшение отношений между США и Ираном, Азербайджаном и Ираном может существенно изменить обстановку в каспийском регионе. В этом случае Иран может пойти на уступки и присоединиться к каспийскому соглашению, заключенному между Россией, Казахстаном и Азербайджаном. Что касается Туркменистана, то он, скорее всего, не захочет настраивать против себя все прикаспийские государства, а также

США и Турцию и также присоединиться к соглашению. Но этот вариант на данный момент и в ближайшей перспективе маловероятен.

5. Ситуацию в каспийском регионе может осложнить реальный вызов на каспийский трон со стороны Китая. Возможным единственным партнером Поднебесной в его каспийской игре выступит Иран, который захочет противопоставить его Москве и Вашингтону. Таким образом, существует вероятность появления блока Тегеран – Пекин в случае конфликтных трений между основными геополитическими игроками.

6. Если прогнозные данные по нефтяным запасам подтвердятся, то это может спровоцировать более острое соперничество между желающими разделить каспийский пирог. Ставки здесь повысятся, а, вместе с этим, увеличится опасность серьезного конфликта.

В любом случае, прикаспийским государствам будет трудно вести самостоятельную игру при разном раскладе сил. Здесь нужно принимать во внимание и тот факт, что из всех реальных и потенциальных каспийских участников, некоторые заинтересованы в развитии нефтегазоносных месторождений Каспия, а другие нет. К первым относятся США, Китай, Турция, Грузия, Казахстан, Азербайджан и, в последнее время, Россия, а ко второй – Туркменистан и Иран.

Есть еще третья сила, которая может подключиться к геополитическим процессам в Каспийском регионе. Речь идет об ОПЕК. Для этой влиятельной организации, с одной стороны, невыгодно нарушение хрупкого ценового баланса в случае выброса на мировой рынок «большой нефти» с Каспия. В то же время существует предположение, что если ОПЕК увидит, что эта нефть все равно потечет в какую-либо сторону, то она постарается взять этот процесс под свой контроль. Короче говоря, политика – это продолжение экономики.

РАЗДЕЛ 2

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ – СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Глава 8. Концепция устойчивого развития.....242

Глава 9. Стратегические направления устойчивого развития.....285

Глава 10. Всеобщая декларация прав человека.....343

Глава 8

КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

8.1. Предпосылки разработки концепции устойчивого развития

Возникновению концепции устойчивого развития способствовали четыре основные причины: экономический рост; рост бедности; выживание; взаимосвязанные кризисы.

Экономический рост. Вся история человека – это неубывающий рост потребления природных ресурсов и, прежде всего, энергии – от 2500 ккал/сутки до 250000 ккал/сутки. В настоящее время на каждого человека в среднем работает 100 невидимых рабов. За последние 100 лет темпы потребления резко возросли. В производство вовлечено столько ресурсов, сколько за все предыдущие тысячелетия. В 80-х годах в каждый год впрессовывались десятилетия.

Годовой выпуск производства в мире равен общему объему потребления Европы за всю ее историю. Темпы роста экономики около 3% в год. Темпы роста продуктивности живого вещества менее 1% в год. Если такие темпы сохранятся, то через 50 лет (оценка на 1985 г.) может возникнуть критическая ситуация. Дальнейший несогласованный экономический рост будет смертелен для цивилизации и всего живого на Земле.

Рост бедности. Субъектом увеличения темпов роста потребления природных ресурсов и, прежде всего, энергетических являются промышленно развитые страны. Ресурсы выкачивались из слаборазвитых стран. Доходы, получаемые от реализации ресурсов, распределялись несправедливо: 80–90% оставались в промышленно развитых странах, 10–20% в слаборазвитых странах. При этом численность развитых стран – 1,2 млрд человек, а в слаборазвитых – более 5 млрд человек.

В результате несправедливого распределения дохода сложилась такая ситуация: 1–1,5 млрд человек ежегодно голодают; 1,3 млрд человек лишены источников питьевой воды; 2 млрд человек живут в антисанитарных условиях. Численность населения удваивается каждые 40 лет. Если сейчас насчитывается около 6 млрд человек, то к 2040 г. ожидается прирост населения до 12 млрд человек. Из них: 10 млрд – в слаборазвитых странах, 2 млрд – в развитых странах.

Поэтому проблема бедности может только обостряться. При этом рост бедности усиливает нагрузку на окружающую среду, так как бедные люди вынуждены рубить лес, чтобы обогреться; резать скот, чтобы прокормиться и т.д. Это, в свою очередь, подрывает экономический рост. Поэтому: экономика и экология связывает бедных и богатых звеньями одной цепи. Выбраться из этой сети старыми средствами простого экономического роста невозможно. Необходим новый подход.

Выживание. Экономический рост породил проблему ухудшения состояния окружающей природной среды: парниковый эффект – выбросы CO_2 – изменение климата, нарушение слоя атмосферного озона (аэрозоли, пенопродукты) – катастрофа для жизни людей. А также это: загрязнение воздуха, гибель лесов, водоемов, токсичные отходы. Среди подобных причин: опустынивание: ежегодно теряется 6 млн га Земли; гибель различных видов животных: ежедневно исчезает до 70 видов; нарушение трофических цепей питания; опасность ядерной войны; физическое уничтожение живого на планете.

Общим во всех этих негативных тенденциях является уменьшение мощности природной среды, т.е. ее работоспособности в единицу времени. Это приводит к уменьшению производительности ресурсов, сокращению продуктивности, что ведет к подрыву экономического базиса и экономики в целом, грозит Жизни на Земле.

Следовательно, возникает замкнутый круг. Выбраться из него старыми методами невозможно. Нужен новый подход.

Взаимосвязанные кризисы. Экономический рост разрушает природную среду, а экологическая деградация подрывает

экономику. Эта фундаментальная связь стала очевидной лишь в 80-е годы в процессе выявления кризисных явлений в экономике и экологии. Если раньше тревогу вызывали последствия экономического роста для окружающей среды, то теперь тревожат последствия экологического стресса.

Если раньше констатировали резкий рост экономической взаимозависимости стран, то теперь налицо ускоренное развитие экологической взаимозависимости стран. Экология и экономика переплелись между собой на всех уровнях: местном, региональном, национальном и глобальном – формируя сверхсложную систему причин и следствий.

Развитие не может осуществляться, когда деградирует ее ресурсная база. Невозможно обеспечить сохранение окружающей среды, когда рост не учитывает финансовые убытки, связанные с разрушением окружающей среды. Эти проблемы не могут решиться в отрыве одна от другой. Они взаимосвязаны в единой системе природа-общество-человек.

Нет просто экологических проблем, как нет и чисто экономических проблем, но есть единые проблемы развития окружающей человека среды. Поэтому:

1. Экология и экономика должны быть полностью интегрированы в процессе принятия решений и подготовки законов не только для сохранения природной среды, но и для обеспечения социально-экономического развития.

2. Экономический рост, основанный на безудержном потреблении ресурсов и прежде всего энергетических, породил глобальный кризис мировой системы. Прежние подходы устарели и только увеличивают неустойчивость и риск существования жизни.

3. Нужен новый подход к развитию, который бы обеспечил сохранение развития Человека во взаимодействии с окружающей его средой не в нескольких местах и на протяжении нескольких лет, а на всей планете и в длительной перспективе.

8.2. Понятие устойчивого развития

Устойчивое развитие – концепция развития человечества, принципом которой является «удовлетворение потребностей настоящего без создания угрозы удовлетворению потребностей будущих поколений» (из отчета «Наше общее будущее» (1987 г.) Всемирной комиссии по окружающей среде и развитию).

Имеются и более краткие определения устойчивого развития, отражающие его отдельные важные экономические аспекты. Таким образом, это развитие,

- которое не возлагает дополнительные затраты на следующие поколения;
- которое минимизирует негативные экологические последствия;
- которое обеспечивает постоянное простое и/или расширенное воспроизводство производственного потенциала на перспективу;
- при котором человечеству необходимо жить только на проценты с природного капитала, не затрагивая его самого.

Понятие устойчивого долговременного развития рассматривается в нескольких аспектах:

Политико-правовой аспект:

- развитая современная демократия (народовластие, конституционная власть, правовое государство, подлинно гражданское общество);
- система разумного законодательства и налогообложения;
- социальная справедливость (достойная плата за труд, строгое соблюдение прав человека);
- обеспечение свободы и равенства всех людей перед законом;
- единство патриотизма и интернационализма, дружба народов, взаимная ответственность гражданина и общества;
- координация правительственных и общественных структур в обеспечении ноосферного развития общества.

Экономический аспект:

- разумное сочетание государственной, общественной и частной собственности в народном хозяйстве, цивилизованная товарно-рыночная экономика;
- демонополизация и свободная конкуренция производителей и продавцов;
- производство сельскохозяйственной и промышленной продукции, культурных благ в достаточном количестве для удовлетворения основных жизненных потребностей всех жителей планеты;
- эффективные и гуманные средства стимулирования полезной деятельности населения.

Экологический аспект:

- обеспечение коэволюции общества и природы, человека и биосферы, восстановление относительной гармонии между ними, нацеленность всех трансформаций на формирование ноосферы (ноосферогенез);
- сохранение реальных возможностей не только для нынешнего, но и для будущих поколений удовлетворять свои основные жизненные потребности;
- теоретическая разработка и практическая реализация методов эффективного использования природных ресурсов;
- обеспечение экологической безопасности ноосферного развития;
- развертывание сначала малоотходного, а затем и безотходного производства по замкнутому циклу, продуманное развитие биотехнологии;
- постепенный переход от энергетики, основанной на сжигании органического топлива, к альтернативной энергетике, использующей возобновимые источники энергии (солнце, вода, ветер, энергия биомассы, подземное тепло и т.д.);
- совершенствование административных, экономических и правовых методов защиты природы;
- постоянная забота о сохранении видового многообразия биосферы;

- систематическая эколого-воспитательная работа среди населения, особенно молодежи, которая должна привести к формированию бережного отношения граждан к природе, как к своему собственному дому;
- разработка и неукоснительное соблюдение требований эколого-нравственного кодекса.

Социальный аспект:

- искоренение на Земле голода и нищеты;
- забота о детях и пожилых людях, больных и калеках;
- дошкольное и школьное общее образование, воспитание детей и подростков;
- развитие широкой и общедоступной сети профессиональных средних и высших учебных заведений.

Международный аспект:

- борьба за мир, предотвращение новой мировой войны и региональных конфликтов, решение любых противоречий мирными, политическими средствами;
- обеспечение партнерства всех стран и народов в промышленности, сельском хозяйстве, культуре и науке на основе двустороннего и многостороннего сотрудничества;
- оказание всесторонней помощи слаборазвитым странам в разных аспектах экономического развития;
- активное содействие ООН в ее миротворческой и природоохранной деятельности.

Информативный аспект:

- высокий уровень развития науки, техники и их воплощение на практике;
- преодоление разобщенности естественных и общественных наук вплоть до разработки единой социоестественной научной теории;
- широкое распространение народного образования и средств массовой информации, их правдивость;
- кибернетизация и информатизация всего народного хозяйства и культуры;
- массовое применение электронных средств в идеологической работе, в частности, в пропаганде успехов стра-

тегии устойчивого развития, в критике фактов ее недооценки;

- выдвижение на приоритетное место информационных ресурсов перед вещественно-энергетическими;
- преодоление отставания сознания от бытия, развитие у людей способности научного предвидения.

Общее требование к модели устойчивого развития – обеспечение гармоничного сочетания социально-экономических и экологических приоритетов развития общества в настоящем, среднесрочной и долгосрочной перспективе.

Широко вошедшее в обиход понятие «устойчивое развитие» является весьма неточным переводом англоязычного термина. Более точно *sustainable development* переводится как сбалансированное развитие. Такой перевод нагляднее передаёт суть этого понятия, которая заключается в стремлении сохранить баланс между экономическим развитием и охраной окружающей среды. Однако, учитывая то, что в русскоязычной литературе уже укоренился термин «устойчивое развитие», будем использовать именно это понятие.

В целом, можно сказать, что *под устойчивым развитием можно понимать поддержание определенного уровня благосостояния, возможности выбора и ресурсной базы для настоящих и будущих поколений людей ради улучшения качества жизни и сохранения среды обитания человека.*

Со структурной точки зрения устойчивое развитие представляет собой попытку синтеза экономических, экологических и этико-философских дискурсов. При этом в сочетании «устойчивое развитие» элемент «развитие» отсылает к экономике, «устойчивость» – к экологии, а в определении, указывающем на нужды будущих поколений, акцентируется социальная сторона концепции.

Все три сферы устойчивого развития должны рассматриваться в их неразрывном единстве: собственно само устойчивое развитие возникает на месте пересечения указанных сфер и игнорирование какой-либо из них невозможно по определению. Тем не менее, с каждой сферой связан свой специфический комплекс проблем и варианты путей их решения.

8.3. История развития подходов и принципов устойчивого развития

Сегодняшняя идея устойчивого развития – идея современная. Однако учесть потребности будущих поколений люди пытались и раньше. Первые документальные свидетельства были найдены в истории племен ирокезов в Северной Америке. Подразумевалось, что их вожди должны были учитывать потребности будущих поколений.

В Европе идея устойчивого развития впервые была разработана в лесном хозяйстве. Еще в XIII в. были изданы указы об устойчивом использовании лесов (постановление в Нюрнберге 1294 г.). Проблема обширных сплошных вырубок, которые не сопровождаются соответствующими посадками, обсуждалась Карловицом (Carlowitz), дворянином из Саксонии, в работе: «Sylvicultura Oeconomica-инструкция для естественного выращивания дикорастущих деревьев» (1713). Карловиц предлагал изучить «мировую книгу природы». Он настаивал, чтобы люди рассматривали и учитывали законы природы всегда, постоянно и непрерывно. Carlowitz предложил в своей работе несколько способов, которые можно применять при строительстве жилья, например, улучшение теплоизоляции для защиты от жары и холода, он предложил использовать энергосберегающих плавильных печей, и планомерное лесовосстановление посредством высадки и выращивания лесов. Наконец, он настаивал на использовании «заменителей» дерева.

На основе этих идей, Георг Людвиг Хартиг в 1795 г. опубликовал работу «Инструкции по налогообложению и характеристике лесов», в которой предлагал по возможности более эффективно использовать лес, однако учитывать при этом потребности будущих поколений. Так родилась идея устойчивого развития.

Цели этого развития были в основном экономического и социального характера. Защиту окружающей среды и природы в то время совсем не рассматривали. Эта концепция привела к сокращению естественных лесов и дала предпочтение монокультурам

деревьев, в первую очередь деревьям быстро растущих хвойных пород. Эти первые принципы устойчивого развития применяли только в лесном хозяйстве и не распространялись на другие сферы.

Понятие устойчивости в контексте охраны природы и мировой биосферы было впервые использовано в 1980-е годы *в глобальной программе защиты природы Conservation of Nature (IUCN) и Всемирного фонда дикой природы (WWF).* Ее смысл и задача – использовать существующие биологические системы без изменения их основных характеристик. Идеи этой концепции были расширены в связи с использованием термина «устойчивое развитие».

В 1986 г. МКОСР был подготовлен *доклад «Наше общее будущее»,* который был представлен на 42 Сессию Генеральной Ассамблеи ООН.

Основные выводы МКОСР:

1. За последнее столетие взаимоотношения между человеком и планетой, обеспечивающей его жизнедеятельность, в корне изменились – возникла угроза существования цивилизации и жизни на Земле.

2. За последние 100 лет темпы потребления и, следовательно, экономический рост резко возросли. В производство было вовлечено столько ресурсов, сколько за все прошлые века существования человека.

3. Процессы экономического роста, не согласованные с возможностями природной среды, явились причиной возникновения тенденций, влияния которых ни планета, ни ее население не смогут долго выдержать.

4. Экономический рост разрушает природную среду, приводит к экологической деградации, а это, в свою очередь, подрывает процесс экономического роста.

5. В настоящее время регионы мира сталкиваются с риском необратимого разрушения окружающей среды, который грозит уничтожением основ цивилизации и исчезновения живой природы Земли.

6. Речь идет не об отдельных глобальных кризисах (экологическом, экономическом, продовольственном), а о едином кри-

зисе глобальной мировой системы ЧЕЛОВЕК – ПРИРОДНАЯ СРЕДА.

7. Скорость разрушения окружающей человека среды превосходит возможности современной науки в их осмыслении и не позволяет своевременно оценить происходящее, и внести соответствующие рекомендации.

8. Если такой экономический рост сохранится, то через несколько десятилетий неизбежна деградация природной среды, а это в свою очередь приведет к подрыву всей экономики, всей системы жизнеобеспечения Земли.

К экологическим и социальным аспектам, которые рассматривали до этого, добавились экономические аспекты, и это нашло отражение *в Докладе Брунтланд в 1987 г.* С этого времени выражение «устойчивое развитие» и идея устойчивого развития начали активно использовать и развивать. Еще одна веха была добавлена на уровне Организации Объединенных Наций *на Конференции по окружающей среде и развитию (ЮНСЕД), которая состоялась в1992 г. в Рио-де-Жанейро.* Около 170 государств подписали «Повестку дня на 21 век», в которой устойчивое развитие определено как глобальная цель. Из-за глобального характера Повестки дня–21 в ней остаются некоторые не совсем ясные аспекты, поскольку она описывает лишь общие цели, но не способы их достижения. Таким образом, «дух» Повестки дня–21 представляется более важным, чем сама буква документа: только при глобальном партнерстве и сотрудничестве между всеми государствами могут быть решены наиболее важные экологические и социальные проблемы в мире.

В 1996 г. Немецкая Комиссия Энкетта по «Защите Человека и Окружающей среды» Немецкого парламента (Бундестага) предложила законы, направленные на достижение этих общих целей. Общие правила были определены в заключительном докладе *«Концепция устойчивого развития, от теории к применению».*

Комиссия заявила, что «обеспечение и улучшение экологических, экономических и социальных ценностей» является первоочередными целями устойчивого развития. Комиссия пред-

ложила модель. состоящую из равноценных опор (колонн) для поддержки устойчивого развития, это экология, экономика и общество. В докладе также определяются практические меры и средства достижения целей устойчивого развития. В июне 2001 г. члены ЕС встретились в Гетеборге, Швеция, для обсуждения будущего Европы, и рассмотрели общие руководящие принципы своей политики.

В итоговом документе гласит, что:

«Устойчивое развитие означает выполнение потребностей нынешнего поколения без ущерба потребностям будущих поколений. Следовательно, необходимо разрабатывать в политике учитывать экономические, экологические и социальные потребности синергетическим путем, чтобы каждый раздел укреплял другие разделы. Если не удастся преодолеть тенденции, которые ставят под угрозу будущее качество жизни, затраты общества резко увеличатся и негативные тенденции станут необратимыми».

Европейский Совет приветствует важнейшие решения «Комиссии по устойчивому развитию», способные остановить негативные тенденции. Европейское политическое сообщество согласно пойти общим путем устойчивого развития и создать общие условия для этого пути. Ближайшие годы покажут, поддается ли реализации предложенная модель. Это главная задача для политиков, но и другие субъекты общественной жизни, например, неправительственные организации (НПО) и отраслевые ассоциации и организации по защите природы, играют важную роль в разработке модели устойчивого развития.

Человечество постепенно приходит к осознанию того, что развитие промышленного производства, если осуществлять его, не обращая должного внимания на природные факторы, порождает явления, разрушительный потенциал которых сопоставим с применением оружия массового поражения. Наряду с регулированием региональных конфликтов, преодолением экономической отсталости, решение экологических проблем является важнейшим фактором борьбы за выживание человечества.

Человечество вступило в новую эру своей истории, наиболее характерным признаком которой является возникновение глобальных проблем. Почти все виды деятельности людей приобрели глобальный характер по их возможному и действительному воздействию на биосферу. Впервые в истории все человечество оказалось перед выбором пути развития, возникла ситуация, когда человечество должно сплотиться для обеспечения глобальной безопасности современной цивилизации.

К возникновению концепции устойчивого развития привели предпосылки, которые условно можно подразделить на социально-экономические и экологические.

Социально-экономические предпосылки возникновения концепции устойчивого развития это:

- господство «философии потребления». На протяжении многих веков человечество придерживалось «ресурсного» пути развития, господствовали принципы: «человек – царь природы»; «потребление ради процветания». В процессе истории своего развития человечество использовало окружающую природную среду в качестве источника ресурсов для удовлетворения своих возрастающих потребностей;
- господство ресурсоразрушающих технологий, которое определялось приоритетом экономической выгоды; иллюзией неисчерпаемости ресурсного потенциала;
- неадекватность механизма ценообразования на природные ресурсы, то есть возникла ситуация, когда цены на ресурсы не отражают их истиной стоимости. Результатом такого способа хозяйствования явилось истощение ресурсного потенциала и деградация природной среды.

Одной из основных причин также является наличие в мире двух групп государств с различным уровнем развития, что породило конфликты и противоречия между ними.

Ответом человечеству на принципы и характер взаимоотношений в социально-экономической сфере и системе «Природа – Человечество» было возникновение глобальных экологических проблем, кризисов и катастроф.

Итоги первых шагов на пути устойчивого развития были подведены на Мировом саммите в Йоханнесбурге. Здесь были отмечены конкретные проблемы, возникающие в процессе развития, и разработаны рекомендации по достижению устойчивости *(«Йоханнесбургский план», 2002)*.

Понятие устойчивого развития сформировалось как результат консенсуса между политиками, членами негосударственных организаций и учеными, и предполагает, что решение экологических проблем и экономическое развитие можно совместить.

Теория устойчивого развития стала не только самой исследуемой, быстро развивающейся и популярной новой теорией последнего десятилетия (сотни конференций, учебников, монографий и др.), но и вполне «практичной» теорией – все развитые государства мира выразили стремление следовать по направлению к устойчивому развитию. Практически все концептуальные официальные государственные (в том числе казахстанские) и международные документы за последние годы в качестве базовой идеологии используют понятие устойчивого развития.

8.4. Основные закономерности и индикаторы устойчивого развития

Устойчивое развитие предполагает гармонизацию отношений человечества и биосферы, развитие человечества в согласии с законами природы, что становится возможным при условии осознанных ограничений на потребление ресурсов исходя из возможностей биосферы.

Таким образом, при раскрытии понятия устойчивого развития выделяются два ключевых аспекта:

– потребности человечества, т.е. удовлетворение основных, наиболее важных, жизнеобеспечивающих потребностей;
– ограничение потребностей исходя из возможностей окружающей природной среды их удовлетворить.

Говоря об устойчивом развитии мы должны понимать: что именно может и должно развиваться устойчиво? Ответ: ***общество, экономическая система, окружающая природная среда.***

В частности, устойчивое развитие окружающей природной среды подразумевает собой чистый воздух, воду, почву, действующие природные системы, т.е. сохранение способности природы к самовосстановлению. С точки зрения использования природных ресурсов, можно выделить **четыре критерия устойчивого развития:**

1. Количество возобновляемых природных ресурсов (земля, лес, вода и др.) должно не уменьшаться, т.е. должен быть обеспечен режим простого воспроизводства.

2. Замедление темпов исчезновения запасов невозобновляемых природных ресурсов с перспективой замены их на возобновляемые природные ресурсы (например, нефть или уголь на ветровую энергию и др.).

3. Возможность минимизации отходов на основе внедрения малоотходных, ресурсосберегающих технологий.

4. Загрязнение окружающей среды в перспективе не должно превышать его современный уровень.

С социальной точки зрения, устойчивое развитие предполагает объединение всех социальных, этнических, возрастных групп для участия в управлении развитием территории; справедливое распределение работы, дохода, социальных благ, обеспечение безопасности и благополучия.

Устойчивое развитие экономической системы включает в себя использование эффективных методов ведения хозяйства (во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства), направленных на повышение качества использования ресурсов. Это ресурсосберегающие технологии, товары и услуги высокого качества.

Процесс развития всех трех составляющих является взаимосвязанным и взаимообусловленным, поэтому должен рассматриваться в единстве. То есть, целесообразно рассматривать процесс развития социо-эколого-экономической системы (СЭЭС), состоящей из трех подсистем: *экологической, социальной и экономической.*

Устойчивость трех подсистем (экологической, экономической и социальной), составляющих социо-эколого-экономиче-

скую систему, не является одинаковой. Наибольшей устойчивостью обладает экологическая система, наименьшей – экономическая. Когда мы выбираем приоритетами развития экономические цели, мы ставим всю систему в неустойчивое состояние. И только при переходе на экологические приоритеты развития и подчинении экономических целей социальным интересам, мы переводим систему в состояние устойчивости, т.е. устойчивого развития.

Таким образом, мы видим, *что устойчивое развитие социальной и экономической подсистем становится возможным только при условии поддержания устойчивого развития экологической подсистемы.*

Путь устойчивого развития предполагает разграничение понятий рост и развитие. *Целью развития экономической системы* долгое время является ее количественный рост: увеличение объема товаров и услуг за счет увеличения количества использования природных ресурсов. В отличие от процесса роста, *процесс развития предполагает качественное преобразование системы, повышение эффективности производства при постоянном и даже уменьшающемся количестве используемых ресурсов.*

Существуют различные степени антропогенной нагрузки на экологическую подсистему социо-эколого-экономической системы.

Существует минимальный уровень нагрузки, который и будет представлять собой процесс устойчивого развития СЭЭС. Следующим является диапазон предельно допустимой величины нагрузки, в котором устойчивое развитие остается возможным. Таким образом, часто используемый термин «Путь к устойчивому развитию» подразумевает собой уменьшение антропогенной нагрузки на экологическую подсистему до величины предельно допустимого уровня.

В настоящее время состояние системы характеризуется недопустимым уровнем отклонений нагрузок на экологическую подсистему. Этот уровень подразумевает возникновение кризисов, катастроф. Перевод системы в состояние устойчивого

развития будет характеризоваться учетом экологических ограничений, лимитирующих величину нагрузки на экологическую подсистему, и постепенное доведение антропогенного воздействия до уровня предельно-допустимых отклонений, в котором максимально снижается риск возникновения критических и катастрофных явлений.

При этом развитие не тождественно простому росту (например, экономическому или технологическому), а подразумевает совершенствование, качественное изменение. В *«Декларации ООН о праве на развитие» (1986)* развитие объявляется «всесторонним экономическим, социальным, культурным и политическим процессом, направленным на постоянное повышение благосостояния всего населения и всех лиц на основе их активного, свободного и конструктивного участия в развитии и в справедливом распределении создаваемых в ходе его благ».

Устойчивость понимается как возможность той или иной деятельности практиковаться или поддерживаться неограниченно долгое время. Поскольку в концепции устойчивого развития речь, прежде всего, идет о благе человека, то устойчивость подразумевает поддержание определенного, достаточно высокого уровня человеческого благосостояния, таким образом, чтобы оно могло по возможности повышаться, или, по меньшей мере, никогда не снижаться.

Таким образом, устойчивое развитие в самом общем смысле можно понимать как такой процесс повышения благосостояния, который может поддерживаться неограниченное количество времени.

Понятие устойчивости появляется при переходе системы (природной, антропогенной) из одного состояния в другое, характеризуется способностью сохранять свои определенные свойства в течение времени и противостоять внешним воздействиям без изменения этих свойств или, приспосабливаясь к ним.

Устойчивое развитие предполагает не смену таких состояний, а создание и планирование таких условий (учитывающих воздействие всех внешних факторов), при которых система, достигнув состояния устойчивости, уже не переходила в другие состояния.

Поэтому важным является разработка критериев позволяющих определить устойчиво состояние системы или нет, достигнуты ли пороговые значения.

Важной составляющей основных положений стратегии устойчивого развития являются **показатели (индикаторы)**, которые отображают его основные характеристики.

Разработка соответствующих показателей, которые предоставили бы возможность оценить степень сбалансированности развития того или иного региона, делать определенные сравнения, проанализировать уровень достижения целей развития, является важным этапом в обеспечении устойчивого развития.

На пути к устойчивому развитию страны или региона необходимо научиться объективно оценивать состояние социума, экономики, природной среды. Устойчивое развитие территории определяется целым рядом индикаторов динамично меняющихся в реальной природно-технической системе.

Базовый набор индикаторов устойчивого развития включает:

- индикаторы социального измерения: продолжительность жизни человека, уровень образования, социальная санитария, уровень занятости трудоспособного населения и др.;
- индикаторы экологического измерения: сохранность естественных ландшафтов, сохранность почв, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха от загрязнения, утилизация и захоронение бытовых и промышленных отходов и т.д.;
- индикаторы экономического измерения: инвестиции в науку, инновационная составляющая в товарной продукции, капитальные вложения в производство, доход на душу населения и др.;
- индикаторы институционального измерения: доступ к информации, к правосудию, участие граждан в принятии решений по вопросам развития региона, экологическое образование и воспитание и др.

Индикаторы устойчивого развития – это соответствующие показатели и критерии, выполняющие своеобразный кон-

троль за достижением целей устойчивого развития, управление этим процессом, осуществляющие оценку эффективности используемых средств и уровня достижения поставленных целей.

Основными требованиями к системе измерений являются ее **информационная «полнота»** и адекватность представления взаимосвязанной триады составляющих устойчивого развития, **надежность данных** и значимость для жителей исследуемого региона, **измеряемость** – возможность получить количественные оценки, **повторяемость** – возможность регулярно обновлять данные и, наконец, **доступность** информации об индикаторе.

Сегодня в международных научных организациях и учебных учреждениях отдельных стран осуществляется активная разработка критериев и индикаторов устойчивого развития, которые состоят из достаточно сложной системы показателей. В число систем показателей разработанных на международном уровне можно отнести систему индикаторов, разработанную Комиссией ООН по сбалансированному развитию.

В ней выделены *четыре подсистемы индикаторов: социальные, экологические, экономические и институционные.* Выбор индикаторов осуществлялся по схеме Организации экономического сотрудничества и развития, в которой выделили *четыре типа индикаторов: давление, состояние, влияние, реакция.*

В США также была разработана своя система индикаторов устойчивого развития, целями и задачами которой было – дать характеристику сбалансированности развития страны, оценить тенденции развития и определить наиболее значительные показатели.

Система состоит из трех типов показателей: социальные, экологические, экономические. При поиске показателей предпочтение отдавали тем с помощью которых можно было бы дать характеристику результатам развития на долгосрочный, краткосрочный и на настоящий периоды. В системе определены основные и вспомогательные критерии.

Особенностью системы индикаторов разработанной в Великобритании является зеркальное отражение конкретных це-

лей зафиксированных в стратегии устойчивого развития разработанной для Великобритании. Она включает в себя четыре основных индикатора и 150 общих. В число основных индикаторов разных групп вошли те, которые в большей степени объединяют экономические, экологические и социальные аспекты развития общества и общественно-природного взаимодействия, выделенных в их территориальных проявлениях.

Возможность получения наиболее обобщающих выводов, принятие наиболее стратегических решений относительно управления развитием требуют разработки и применения **интегральных показателей устойчивого развития,** которые бы давали принципиальную, по возможности максимально полную, общую оценку уровня устойчивости.

Из значительного количества таких показателей остановимся на следующих.

Прежде всего, следует назвать ***алгоритм глобального развития*** Д. Медоуза:

$$I = P*T*A, \qquad (1)$$

где I – нагрузка на окружающую природную среду;

A – благосостояние,

P – население;

T– технология.

Данная формула передает сущность наиболее принципиальных аспектов развития и взаимодействия природы и общества, оперирование которыми и изменение параметров которых может изменить формат жизнедеятельности общества в природе, очерчивает пространство для выбора приоритетов его развития в границах, обусловленных возможностями природы.

Среди других интегральных показателей можно назвать ***индекс экологической стойкости,*** который был разработан специалистами Йельского и Колумбийского университетов в 2001 г. Значение индекса определяются в соответствии с пять со большими разделами, и рассчитывается по 22 индикаторам. Каждый индикатор определяется вычислением среднего значения 2–5 переменных. Всего выделено 67 переменных.

Другим показателем является ***показатель давления на природу*** (экологический след). Он является единственным из индексов, в значении которых присутствует территориальная составляющая и делается акцент на значимости, для устойчивости развития, такого ресурса как территория.

С помощью этого индикатора измеряется потребление населением продовольствия и материалов в эквивалентах площади биологически продуктивной земли и площади моря, которые необходимы для производства этих ресурсов и поглощения отходов, которые при этом образуются. По показателям расчетов, за период 1970–1997 гг. общий размер экологического следа человечества возрос на 50%, т.е. на 1,5% ежегодно.

Экологический след среднего потребителя, проживающего в развитых странах мира, в 4 раза превышает аналогичный показатель потребителя, проживающего в странах с низким уровнем доходов.

Метод расчета экологического следа позволяет сравнить фактическое давление общества на природу с возможным с точки зрения потенциальных запасов природных ресурсов и асимиляционных процессов. Согласно с отдельными расчетами, в настоящее время фактическое давление населения планеты на 30% превышает ее потенциальные возможности. Однако, по мнению других исследований, для конкретного расчета границ допустимого экологического следа в глобальном масштабе нет достаточного количества знаний относительно возможностей природной емкости планеты.

К числу интегральных индексов, которые являются широко распространенным в международном применении и на уровне отдельных стран, можно отнести *индекс человеческого развития*. Указанный индекс используется в деятельности Программы развития ООН. Этот индекс аккумулирует в одном числовом показателе наиболее важные составляющие человеческого развития: продолжительность жизни; грамотность населения, расчеты объемов ВВП на душу населения. Перечисленные три составляющие вводятся в общие расчеты с помощью специальных формул, в результате чего получают общий интегральный

индекс человеческого развития, который выражается в относительной величине, от максимально близкой к 1,00 в более развитых и близкой к 0,00 у стран находящихся на последних местах в общей таблице.

Важность индикаторов устойчивого развития заключается в том, *что они обеспечивают интеграцию научных разработок и обоснований с конкретными типами управленческих решений, планируемых органами власти для целей территориального управления. От выбора научно обоснованных и точных индикаторов во многом зависит и эффективность достижения поставленных целей.*

8.5. Общие положения концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию

Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007–2024 годы, одобренная Указом Президента РК от 14 ноября 2006 г., является важнейшим документом, в котором рассматриваются все вопросы устойчивого развития для государства: принципы, цели, задачи и основные механизмы достижения устойчивости во всех сферах жизнедеятельности.

Необходимость разработки Концепции связана с тем, что Казахстан стал полноправным участником мирового сообщества и принял на себя обязательства по выполнению задач, поставленных в Повестке дня на 21 век (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), декларациях саммита тысячелетия (Нью-Йорк, 2000 г.), Всемирного саммита по устойчивому развитию (Йоханнесбург, 2002).

Казахстан является членом и активным участником Комиссии по устойчивому развитию ООН, процессов «Окружающая среда для Европы», «Окружающая среда и устойчивое развитие для Азии», региональной сети Всемирного совета предпринимателей для устойчивого развития.

Анализ социально-экономических проблем РК показывает, что в их основе лежит исторически сложившийся дисбаланс,

когда государство потребляет ресурсы непропорционально по сравнению с их производством. *Показатель эффективности использования ресурсов (ЭИР) составляет 31%. Это больше среднемирового уровня, составляющего 24%, но меньше показателей экономически развитых стран мира: Япония – 36%, США – 34%, Германия – 33%.*

Основным критерием устойчивого развития является *уровень качества жизни,* которое определяется такими составляющими, как продолжительность жизни, уровень благосостояния, образования и состояние окружающей среды. По этому показателю Республика Казахстан также отстает от развитых стран: *по индексу качества жизни Международного университета общества, природы и человека (Дубна, Россия) РК занимает 78-ое место с коэффициентом – 1,17, в то время как лидер рейтинга Норвегия имеет коэффициент – 3,83; а Россия, соответственно, 1,57.*

Средняя продолжительность жизни в Казахстане составляет 65,9 лет (в 2005 г.), самый высокий показатель отмечается в Японии – 80 лет.

Индекс экологической устойчивости, основанный на расчете 76 параметров, которые включают показатели состояния экосистем, экологического стресса, экологических аспектов здоровья населения, социальных и институциональных возможностей, международной активности государства (Йельский и Колумбийский университеты, США) *показывает, что Казахстан занимает 70-ое место с индексом – 63,8, в то время как лидеры – Новая Зеландия, Швеция, Финляндия имеют индексы: 87–88.*

По индексу развития человеческого потенциала (ИРЧП) РК занимает 80-ое место в рейтинге стран мира. Основные составляющие ИРЧП – средняя продолжительность предстоящей здоровой жизни и величина ВВП на душу населения.

Эти показатели свидетельствуют о том, что нашему государству необходимо двигаться вперед и очень много сделать. Для того, чтобы к 2024 г. по уровню качества жизни Казахстан устойчиво занял позицию в числе наиболее развитых стран мира необходимо решить *кардинальные задачи:*

– повысить эффективность использования ресурсов;
– увеличить продолжительность жизни;
– обеспечить возрастание индекса экологической устойчивости.

Расчеты показывают, что в период с 2013 по 2018 годы показатель ЭИР должен быть не ниже 43%, а выход на траекторию «устойчивого развития» может быть обеспечен при ЭИР равном 53%. Это возможно за счет применения эффективных «прорывных» технологий взамен эксплуатации невозобновляемых природных ресурсов.

Среднюю продолжительность жизни населения Казахстана к 2024 г. планируется довести до 73 лет, разрыв в средней продолжительности жизни мужского и женского населения необходимо снизить до 7,5 лет против сегодняшних 11 лет. При этом важным критерием устойчивого развития является численность населения. Оптимальным целевым уровнем численности населения является достижение 18 млн человек к 2024 г. Для достижения этой цели необходимо довести показатель естественного прироста населения до 12,68 на 1000 человек против 8.0 в настоящее время.

Возрастание индекса экологической устойчивости можно достичь с помощью повышения экологических требований, снижения антропогенного давления на окружающую среду и довести к 2024 г. до 88 баллов (наилучшее на сегодняшний день значение).

В Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007–2024 годы определены этапы этого перехода:

– подготовительный этап (2007–2009 гг.) – подготовка условий для включения принципов устойчивого развития во все сферы общественной и политической деятельности, диверсификации экономики, осуществления технологического прорыва;
– первый этап (2010–2012 гг.) – обеспечение вхождения РК в число пятидесяти наиболее конкурентоспособных стран мира;

– второй этап (2013–2018 гг.) – укрепление положения страны среди лидеров мирового развития по уровню качества жизни, существенное сокращение потерь от нерационального использования природных ресурсов и обеспечение высокого уровня экологической устойчивости страны;
– третий этап (2019–2024 гг.) – достижение принятых международных критериев устойчивого развития.

Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию разработана на основе научной методологии, включающей формирование банка данных за длительный период времени, математическое моделирование, расчет оптимальных установочных параметров.

На основании всестороннего анализа были разработаны целевые показатели перехода к устойчивому развитию.

8.6. Целевые показатели перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию

Определение целевых показателей является насущным требованием обеспечения системного подхода к государственному управлению, в соответствии с положениями Послания Президента страны народу Казахстана «Новый Казахстан в новом мире». Глава государства особо отметил, что одним из стратегических приоритетов является реализация государственных и отраслевых программ на основе количественных целевых показателей, которые являются важнейшим инструментом управления природными и социальными процессами

В Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007–2024 годы, одобренной Указом Президента страны, определено, что целевые параметры должны служить основой для индикативного планирования развития страны в целом, отраслей, регионов и субъектов экономики в частности.

В этих целях, Концепция содержит *базовые установочные параметры перехода к устойчивому развитию* – а именно 12 ос-

новных показателей, значения которых заданы на 2005 г., 2009 г., 2012 г., 2018 г. и 2024 г.

Значения данных установочных параметров Концепции рассчитаны на основании математического моделирования и находятся друг с другом в системной взаимосвязи. При этом установочные параметры содержат как традиционные показатели (ожидаемая продолжительность жизни, численность населения), так и инновационные критерии (качество жизни населения, рассчитываемое как

$$КЖ(t) = ТА(t) \times U(t) \times q(t), \quad (2)$$

где КЖ (t) – показатель качества жизни населения,

ТА (t) – ожидаемая нормированная продолжительность жизни,

U (t) – уровень жизни,

q (t) – качество окружающей среды.

Установочные параметры Концепции включают также индекс экологической устойчивости, рассчитываемый по методике Йельского центра экологического законодательства и политики, и представляющий собой композицию 76 параметров, широко отражающих различные аспекты экологической ситуации, антропогенного воздействия на окружающую среду и институциональных мер по ее охране.

Установочные параметры рассчитаны на основе проектирования развития Республики Казахстан сроком до 2024 г. (рис. 9). Целью проектирования являлось выявление количественных критериев достижения высокого уровня качества жизни населения при условии повышения эффективности использования ресурсов.

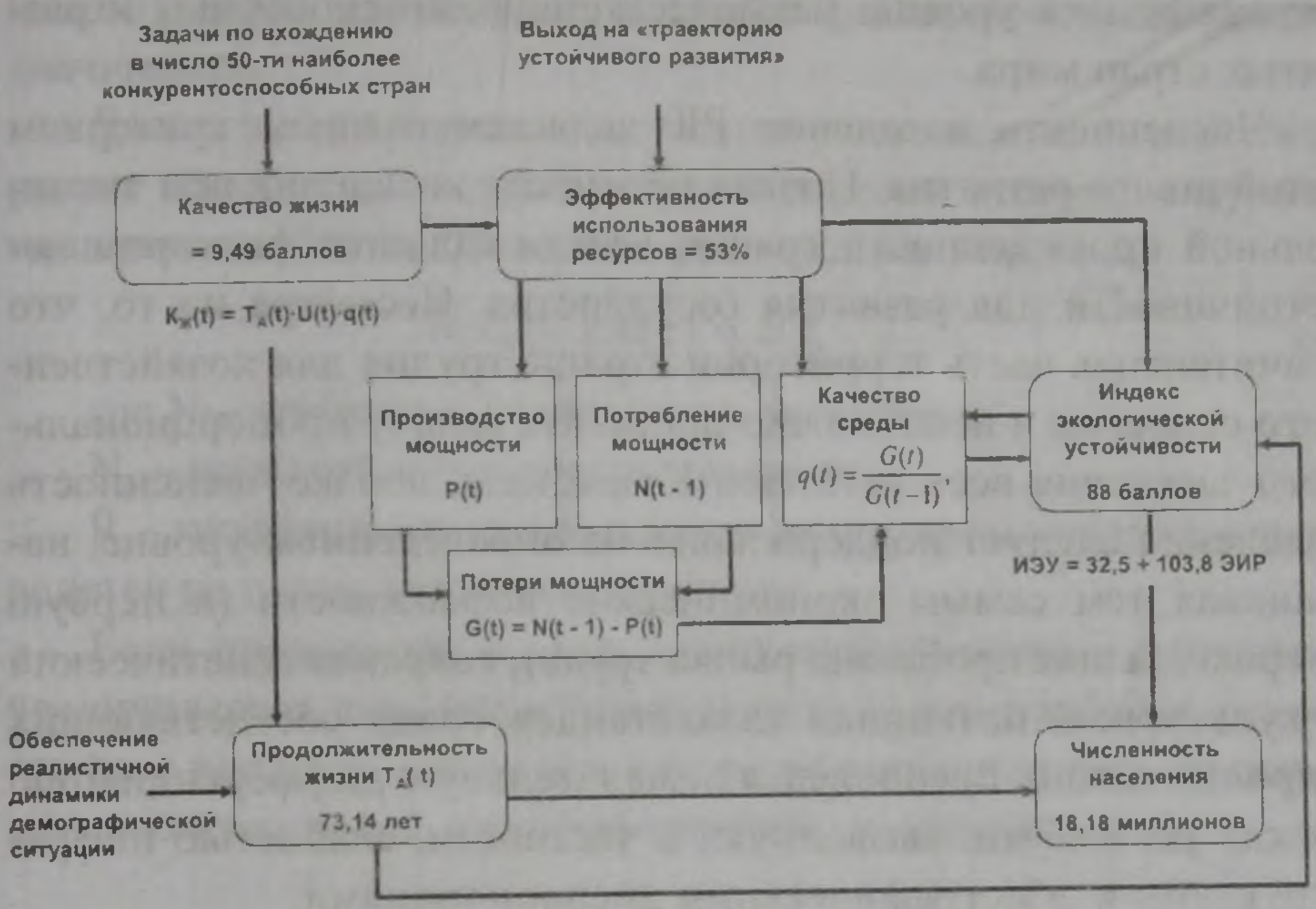


Рис. 9. Схема проектирования установочных параметров

Для этого были определены итоговые целевые показатели на 2024 г.:

- 9,49 – для показателя качества жизни;
- 0,53 (53%) – для индекса эффективности использования ресурсов (ЭИР);
- 18,18 млн человек – для численности населения;
- 73, 14 лет – для средней продолжительности жизни;
- 88 – для индекса экологической устойчивости.

Данный набор показателей находится между собой в системной взаимосвязи. Так, можно показать, что:

$$ИЭУ = 32,5 + 103,8\ ЭИР, \quad (3)$$

где ИЭУ – индекс экологической устойчивости;

ЭИР – показатель эффективности использования ресурсов.

Установление итоговых целевых показателей осуществлено исходя из целей Стратегии развития Республики Казахстан до 2030 г. Уровень качества жизни в 9,49 баллов, как показывают исследования международного университета общества, природы и человека (г.Дубна, Россия), к 2024 г. будет соответствовать

сложившемуся уровню наиболее конкурентоспособных и развитых стран мира.

Численность населения РК является важным критерием устойчивого развития. Низкая плотность населения при значительной протяженности границ всегда является фактором неустойчивости для развития государства. Несмотря на то, что значительная часть территории страны трудна для хозяйственного освоения и невозможно поставить задачу пропорционального заселения всех регионов Казахстана, все же численность населения следует поддерживать на определенном уровне, наращивая тем самым экономические возможности (в первую очередь, решая проблемы рынка труда), сохраняя генетический и культурный потенциал казахстанцев среди соседствующих мировых наций, преодолевая нежелательную дифференциацию между регионами, вызванную, в частности, слабостью инфраструктуры и демографическими диспропорциями.

В связи с этим, вопрос о необходимости стабилизации и роста численности населения страны неоднократно поднимался в стране на самом высоком уровне. Целевые расчеты численности населения велись в период разработки Стратегии Президента РК «Казахстан-2030».

Вместе с тем, при разработке Концепции перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию («Казахстанская повестка дня на XXI век») целевой уровень численности населения Казахстана впервые моделировался исходя из потребностей экономики. На этом основании рабочей группой казахстанских и зарубежных ученых был задан показатель в качестве 18 млн человек.

Исходя из заданного итогового уровня численности населения, возможно дать оценку другим ключевым параметрам демографической ситуации.

В первую очередь, использованная модель опирается на предположение о естественном, а не о миграционном характере прироста населения страны. В Казахстане не исчерпан резервов притока населения за счет внешней миграции, однако для стратегического проектирования экономики страны воз-

можно считать миграционный баланс фактором второго уровня значимости.

Далее, на основании сделанных предположений, возможен расчет параметров естественного прироста населения страны на период до 2024 г. Для этого применяется модель:

$$N = N_0 \times \Pi (1 + R_i), \quad (4)$$

где N – требуемая численность населения,

N_0 – исходная численность населения,

R_i – коэффициент прироста населения, произведение справа ведется по годам i за период прогноза.

Если предположить, что естественный прирост населения увеличивается линейно от года к году (а это наиболее реалистичное предположение для случая управления столь сложными процессами, как демографические), и записать, что:

$$R_{i+i} = R_i + k, R_0 = 8, \quad (5)$$

то возможно оптимизировать модель по параметру k и найти минимальное значение, на которое должен ежегодно увеличиваться естественный прирост, чтобы достичь требуемой численности населения (18 млн человек). Показано, что k=0,26. Достижение численности населения в 18 млн человек к 2023 г. потребует довести естественный прирост населения до 12,68 на 1000 человек населения к 2024 г. (против 8,0 в настоящее время). Авторы Отчета по человеческому развитию (2005 г.) предполагают, что такой естественный прирост будет достигнут к 2015 г., а затем начнет снижаться вместе с показателем рождаемости. В данном случае, снова в Концепции приняты аналогичные, но более реалистичные сроки для реализации поставленных задач.

В Концепции ставится цель по плавному увеличению показателей средней продолжительности жизни населения Республики Казахстан. В таблице сопоставлены прогнозы, данные в Концепции, с прогнозами разработчиков Отчета по человеческому развитию.

11. Прогноз средней продолжительности предстоящей жизни при рождении на 2012–2024 гг.

Год	Прогноз Концепции перехода к устойчивому развитию	Прогноз Отчета по человеческому развитию (2005)*
2012	68	70,05
2018	70	72,51
2024	73	74,27

*Интерполировано к данным за период

В 2005 г. средняя продолжительность жизни мужского и женского населения составила 65,91 года (мужского 60,3 года, женского 71,77 лет). Увеличить среднюю продолжительность жизни до 68 лет, т.е. на 2,09 за 7 лет, реалистично путем принятия комплекса мер на уровне страны и регионов.

Численность населения в 18,18 млн человек реально достижима при увеличении СППЖ до 73 лет, при поддержании реалистичного уровня рождаемости. Индекс экологической устойчивости Республики Казахстан к 2024 г. должен быть не менее 88 баллов (наилучшего уровня на текущий момент).

Основываясь на передовых научных разработках, впервые в казахстанской практике было осуществлено приведение различных натуральных общественно-природных балансов (топливно-энергетических, сельскохозяйственных и иных) к единому знаменателю по их энергетической полезной ценности.

Такой пересчет потребленных и произведенных ценностей к единой универсальной единице измерения позволяет разнородные индикаторы сопоставлять между собой и осуществлять обоснованную интегральную оценку эффективности использования ресурсов, получая представление о продуктивности работы страны в целом, т.е. о производительности в широком смысле слова.

Проведенные расчеты показывают, что Казахстан, к примеру, за 2005 г., для получения совокупного произведенного продукта в размере 29,4 гиговатт в целом по стране (или 47,22 млрд долл. в денежном измерении) вовлекал в оборот суммарное по-

требление ресурсов в объеме 94,85 гиговатт в год или на сумму 120,06 млрд долл. Следовательно, в течение года мы потеряли или недоиспользовали резервы в 65 Гватт мощности страны, или на 82 млрд долл. в год. Это говорит о том, что за 2005 г. усредненный коэффициент эффективности использования ресурсов (аналог КПД всех производств, технологий и процессов) был равен 31%.

По данным Агентства Республики Казахстан по статистике, за период с 1993 г. по 2004 г. дважды произошло удвоение ВВП. Причем первое удвоение произошло за 4 года (1993–1997 годы), а второе – за 7 лет (1997–2004 годы).

Однако, анализ обобщенного коэффициента эффективности использования ресурсов (ЭИР), рассчитанного по формуле:

$$H(t) = P(t)/N(t-1), \qquad (6)$$

где P(t) – годовой совокупный произведенный продукт, т.е. полезная мощность страны;

N(t–1) – годовое суммарное потребление ресурсов.

Таким образом, полная мощность страны, показывает, что экономический рост достигался преимущественно за счет роста цен и потребления значительных ресурсов, и имеют место огромные потери и деградация природных ресурсов.

Обеспечение конкурентоспособности Республики Казахстан и дальнейшего устойчивого развития в XXI в. невозможно без изменения данной тенденции. Экономический рост Казахстана должен происходить за счет повышения эффективности использования ресурсов, а не за счет наращивания их потребления.

Для обоснования этого тезиса, выполнены модельные прогнозные расчеты рейтинга стран мира по уровню качества жизни. Согласно расчетам, резервы роста нашей страны за счет потребления ресурсов могут быть исчерпаны в ближайшие 15–20 лет. В связи с этим, принимая в расчет динамику развития лидирующих стран мира, лишь при уровне ЭИР не ниже 37% начиная с 2013 г. и 43% с 2019 г., наша страна сможет конкурировать с наиболее развитыми странами.

Исходя из этих соображений, определен требуемый уровень производства и потребления мощности.

Остальные показатели являются производными. Показатель эффективности использования ресурсов (ЭИР) может быть найден из вышеприведенного соотношения при условии ИЭУ = 88. С другой стороны, моделирование процессов производства и потребления мощности показывает, что при уровне ЭИР = 53% достигается "выход на траекторию устойчивого развития, т.е. рост экономики происходит за счет технологического прогресса, а не за счет безвозвратного потребления природных богатств.

Показатели по отдельным этапам перехода к устойчивому развитию получены путем интерполяционного прогнозирования, учитывая известные начальное (2005) и конечное (значения). Кроме того, приняты во внимание:

- период вхождения Казахстана в число наиболее конкурентоспособных и развитых стран мира (до 2012 г.),
- необходимость ускорения темпов перехода к устойчивому развитию (соответственно, продолжительность второго этапа – 6 лет, третьего этапа – 5 лет).

На основании установочных параметров, Министерством охраны окружающей среды предложена совокупность из 37 целевых показателей устойчивого развития (табл. 12).

Данные показатели определены на основании следующих принципов:

- соответствие установочным параметрам Концепции;
- обеспечение вхождения Казахстана в число наиболее конкурентоспособных и развитых стран мира;
- релевантность для текущих значений показателей и реальных возможностей страны.

В частности, разработанные целевые показатели декомпозируют индекс экологической устойчивости по наиболее существенным для Казахстана параметрам.

Целевые показатели перехода к устойчивому развитию отражают следующие основные направления обеспечения баланса экономических, социальных и экологических факторов в Казахстане:

а) снижение антропогенного давления на окружающую среду (уменьшение эмиссий на единицу ВВП, «водного стресса», экспорта SO_2);

б) улучшение состояния окружающей среды (снижение индекса загрязнения атмосферы, средней электропроводности воды);

в) совершенствование институциональных механизмов (увеличение доли территории страны в особо-охраняемых природных территориях, повышение расходов на охрану окружающей среды по отношению к ВВП, увеличение доли предприятий, сертифицированных по ISO 14001, расширение участия в международных конвенциях и организациях);

г) снижение энергоемкости экономики (уменьшение энергопотребления на единицу ВВП);

д) стабилизация демографических показателей и повышение уровня безопасности (повышение продолжительности жизни, снижение смертности, уменьшение доли работников, занятых в производственных условиях, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям);

е) повышение эффективности экономики (снижение потерь за счет дисбаланса между производством и потреблением ресурсов).

Целевые показатели устойчивого развития отличаются от индикаторов устойчивости (которых существует значительно больше) тем, что они рассматриваются как непосредственные цели и содержат количественные значения, достижение которых необходимо в течение определенного периода. В свою очередь, индикаторы устойчивого развития являются вспомогательным средством для мониторинга прогресса по отношению к заданным целям и целевым показателям.

Предлагается формирование иерархии целевых показателей перехода к устойчивому развитию:

– установочные параметры, утверждаемые Указом Президента в составе Концепции перехода к устойчивому развитию;
– межотраслевые целевые показатели устойчивого развития, утверждаемые Постановлением Правительства РК;
– региональные и отраслевые показатели, которые разрабатываются и утверждаются в рамках соответствующих программ и планов перехода к устойчивому развитию.

Интеграция целевых показателей устойчивого развития в процесс стратегического планирования в Республике Казахстан позволит систематизировать подходы к установлению количественных целей, создать единую критериальную базу для унификации государственных программ и обеспечить возможность их мониторинга.

12. Целевые показатели перехода к устойчивому развитию, утвержденные постановлением Правительства РК*

№ п/п	Показатели	Текущая ситуация	2009 г.	2012 г.	2018 г.	2024 г.
1	2	3	4	5	6	7
1.	Экология и охрана окружающей среды					
1.1	Индекс экологической устойчивости	63	68	73	75	88
1.2	Удельный валовый выброс в атмосферу загрязняющих веществ (тонна на миллион тенге ВВП)	0,31	0,24	0,15	0,12	0,1
1.3	Выбросы углерода (тонна на миллион тенге ВВП)	11,69	10,56	8,94	7,31	4,06
1.4	Выбросы окислов серы (тонна на миллион тенге ВВП)	0,32	0,25	0,2	0,15	0,08
1.5	Выбросы окислов азота (тонна на миллион тенге ВВП)	0,04	0,032	0,025	0,02	0,015
1.6	Объем токсичных отходов, размещаемых в окружающей среде (тонна на миллион тенге ВВП)	29,15	26,82	20,32	16,26	12.19
1.7	Сбросы загрязняющих веществ в водные источники (тонна на миллион тенге ВВП)	0,2	0,18	0,14	0,1	0,08
1.8	Максимальный индекс загрязнения воды по основным водным объектам (усл.ед.)	2,2	1,9	0,9	0,6	0,4
1.9	Концентрация растворенного кислорода средняя по всем станциям мониторинга (миллиграмм на литр воды)	7,17	6,9	6,6	6,3	6,0
1.10	Индустриальное органические загрязнение воды, тонн БПК на куб. км запасов пресной воды	1,59	1,0	0,58	0,45	0,34
1.11	Средний индекс загрязнения атмосферы в городах, где ведется соответствующее наблюдение (усл. ед.)	8,9	7,0	6,0	5,5	3,0

Кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7
1.12	Доля населения имеющего систематический доступ к питьевой воде, соответствующей оптимальным физиологическим критериям, %	78,7	80 -	82	85	90
1.13	Доля особо охраняемых территорий со статусом юридических лица от площади страны, %	1,7	2,1	2,2	2,3	2,5
1.14	Затраты на охрану окружающей среды, % ВВП	1,2	1,5	2,0	3,0	4,0
1.15	Доля территории страны с высоким уровнем водного стресса, %	57	50	40	30	20
1.16	Число компаний сертифицированных на ISO 14001, на миллиард тенге ВВП	0,0058	0,0070	0,01	0,012	0,017
2	Социальная устойчивость					
2.1	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении (годы), в том числе:	65,9	67,9	68,9	71	73,1
	мужчин	60,3	63,0	66,7	69,5	72,5
	женщин	71,8	73,0	76,0	78,0	80,0
2.2	Общая смертность населения, на 1000 человек населения	10,37	9,0	8,0	7,0	6,5
2.3	Превышение СПЖ женщин над СПЖ мужчин, годы	11,5	10,0	9,3	8,5	7,5
2.4	Рождаемость, на 1000 человек населения	18,42	19,3	21,5	22,4	23,5
2.5	Уровень безработицы, %	7,8	7,1	6,5	5,9	5,3
2.6	Смертность от несчастных случаев, отравлений и травм, на 100000 человек населения	150	110	80	70	60
2.7	Удельный вес работников промышленных организаций, занятых в условиях труда, не отвечающих санитарно-эпидемалогическим требованиям	19,7	18	10	6	3
2.8	Численность пострадавших на производстве при несчастных случаях со смертельным исходом, на 1000 работающих	0,1	0,08	0,06	0,03	0,01
2.9	Доля расходов на здравоохранение, в % к ВВП	2,3	3,5	4	7	10
3.	Эффективность использования ресурсов					
3.1	Показатель эффективности использования ресурсов (ЭИР), в среднем по всем отраслям и регионам (усл. ед.)	0,31	0,33	0,37	0,43	0,53

Кестенің соңы

1	2	3	4	5	6	7
3.2	Годовое суммарное потребление ресурсов в среднем по всем отраслям и регионам, Гвт	94,85	130,45	154,86	264,86	468,38
3.3	Годовое суммарное производство ресурсов в среднем по всем отраслям и регионам, Гвт	29,40	43,05	57,30	113,10	248,24
3.4	Энергоемкость ВВП, тонн нефтяного эквивалента на миллион тенге ВВП	16,6	15,0	10,0	8,0	5,0
3.5	Потребление угля в тераджоулях на 1 кв. км населенной площади	1,19	1,1	0,9	0,8	0,66
3.6	Доля исползования альтернативных источников энергии к общему объему энергопотребления %	0,02	0,028	0,05	1	5
3.7	Среднегодовой рост ВВП в реальном выражении, %	9	9	7	6	5

*Примечание: расшифровка аббревиатур:

ВВП – валовой внутренний продукт;
БПК – Биологическая потребность в кислороде;
СППЖ – средняя продолжительность предостоящей жизни

Сопоставление параметров индекса экологической устойчивости для РК и наиболее конкурентоспособных стран мира представлено согласно «Концепции реформирования и развития государственной системы охраны окружающей среды на 2007–2012 годы» (табл. 13–15).

13. Сопоставление Республики Казахстан и 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира

№ п/п	Параметр	Среднее значение по 50 странам	Данные по Казах-стану	РК/Ср. зн. 50[1]
1	2	3	4	5
1	Концентрация NO_2, взвешенная на размер городского населения (мкг/м^3)	39,3242	28,62	0,727796115
2	Концентрация SO_2, взвешенная на размер городского населения (мкг/м^3)	12,4834	0,04	0,003204255
3	Концентрация твердых частиц, взвешенная на размер городского населения (мкг/м^3)	72,5852	0,5	0,006888457

Кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
4	Загрязнение воздуха в помещениях от использования твердого топлива (процент жилищ, использующих твердое топливо, с учетом вентиляции)	29,565	51	1,725012684
5	Процент территории страны с экосистемами, находящимися под угрозой	50,048	40,92	0,81761509
6	Доля видов птиц, находящихся под угрозой, по отношению к общему количеству видов птиц	3,6897959	3,79	1,02715708
7	Доля видов млекопитающих, находящихся под угрозой, по отношению к общему количеству видов млекопитающих	14,3836	9,55	0,66395061
8	Доля видов амфибий, находящихся под угрозой, по отношению к общему количеству видов амфибий	10,632653	9,09	0,854913628
9	Национальный индекс биоразнообразия (чем больше, тем лучше)	0,5512	0,44	0,798258345
10	Доля территории (включая внутренние воды) с очень низким уровнем антропогенного воздействия	32,5466	55,55	1,706783504
12	Концентрация растворенного кислорода, средняя по всем станциям мониторинга (миллиграмм на 1 л воды)	8,8478	7,17	0,81037094
13	Электропроводность воды (микро-сименс на 1 см)	335,1172	1038,84	**3,099930412**
14	Концентрация фосфора (миллиграмм фосфора на 1 л воды)	0,1058	0,11	1,039697543
15	*Обеспеченность пресной водой (тысяч кубометров на одного жителя)*	59,4332	9,54	**0,160516344**
16	Обеспеченность подземными водами (тысяч кубометров на душу населения)	9,4445652	0,41	**0,04341121**
17	Потребление угля на единицу населенной площади (потребление угля в тераджоулях на 1 кв. км населенной площади)	1,4972	1,19	0,794816992
18	Автотранспорта на единицу населенной площади (число автотранспортных средств на 1 кв. км)	29,3996	2,2	0,07483095

Кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
19	Ежегодное среднее изменение лесного покрова за 10 лет	0,2198	2,2	10,00909918
20	Общий индекс фертильности (среднее число рождений на 1 женщину)	2,5268	2,03	0,803387684
21	Экологический След на душу населения (число гектаров продуктивной земли, требуемой на душу населения)	3,6436	3,75	1,029201888
22	Индустриальное органическое загрязнение воды, тонн БПК на куб. км запасов пресной воды	0,583	1,59	2,727272727
23	Потребление удобрений на гектар плодородной земли (100 г на 1 га)	1969,6212	23,4	0,011880457
24	Потребление пестицидов на гектар плодородной земли (1 кг на 1 га)	2,4696	0,3	0,121477162
25	Доля территории страны с высоким уровнем водного стресса (% территории, где потребление воды превышает 40% от запасов)	9,3848	57,14	6,088568749
26	Эффективность субсидий (по принципу «никаких государственных субсидий на потребление энергии и материалов»)	4,414	3,61	0,817852288
27	Доля земель, засоленных вследствие ирригации, к общему объему пахотных земель	0,6251852	3,12	4,990521327
28	Смертность детей от респираторных заболеваний (на 100000 человек населения)	4,5458	22,4	4,9276255
29	Смертность детей в возрасте до 5 лет (на 1000 родившихся живыми)	39,1	76	1,943734015
30	Доля лиц, не получающих достаточного питания, %	9,3084	22	2,363456663
31	Доля населения, имеющего доступ к чистой питьевой воде	90,2408	86	0,953005736
32	Отношение стоимости бензина к средней мировой цене	1,134	0,57	0,502645503
33	Энергоэффективность (энергопотребление в тераджоулях на миллиард долларов ВВП)	7,556	22,63	2,994970884
34	Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии как доля от общей потребляемой энергии	24,376327	4,21	0,17270855

Кестенің соңы

1	2	3	4	5
35	Инновационный индекс	3,008	2,64	0,877659574
36	Выбросы углерода на 1 млн долл. ВВП	210,1614	1436,89	6,83707855
1	2	3	4	5
37	Выбросы углерода на одного жителя	5,561	7,76	1,395432476
38	Экспорт окислов серы (трансграничный перенос)	122,59308	236,99	1,93314342
39	Импорт экологически опасных продуктов и сырья как доля к общему импорту	24,1746	24,16	0,99939606
40	Значение индекса экологической стабильности	59	48,6	0,823728814

14. Сопоставление Республики Казахстан и 20-ти наиболее конкурентоспособных стран мира

№ п/п	Параметр	Среднее значение по 20 странам	Данные по Казах-стану	РК/ Ср. зн. 20
1	2	3	4	5
1	Концентрация NO_2 взвешенная на размер городского населения (мкг/м^3)	35,997	28,62	0,795066256
2	Концентрация SO_2 взвешенная на размер городского населения (мкг/м^3)	16,4655	0,04	0,002429322
3	Концентрация твердых частиц взвешенная на размер городского населения (мкг/м^3)	64,391	0,5	0,00776506
4	Загрязнение воздуха в помещениях от использования твердого топлива (процент жилищ, использующих твердое топливо, с учетом вентиляции)	17,2335	51	2,959352424
5	Процент территории страны с экосистемами, находящимися под угрозой	40,3145	40,92	1,01501941
6	Доля видов птиц, находящихся под угрозой, по отношению к общему количеству видов птиц	4,35	3,79	0,871264368
7	Доля видов млекопитающих, находящихся под угрозой, по отношению к общему количеству видов млекопитающих	16,08	9,55	0,593905473

Кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
8	Доля видов амфибий, находящихся под угрозой, по отношению к общему количеству видов амфибий	12,7815	9,09	0,711184133
9	Национальный индекс биоразнообразия (чем больше, тем лучше)	0,5455	0,44	0,80659945
10	Доля территории (включая внутренние воды) с очень низким уровнем антропогенного воздействия	44,3395	55,55	1,252833253
12	Концентрация растворенного кислорода, средняя по всем станциям мониторинга (миллиграмм на 1 л воды)	9,2215	7,17	0,77753077
13	Электропроводность воды (микро-сименс на 1 см)	228,3805	1038,84	4,548724607
14	Концентрация фосфора (миллиграмм фосфора на 1 л воды)	0,0805	0,11	1,366459627
16	Обеспеченность пресной водой (тысяч кубометров на одного жителя)	88,8275	9,54	0,107399173
17	Обеспеченность подземными водами (тысяч кубометров на душу населения)	11,671	0,41	0,035129809
18	Потребление угля на единицу населенной площади (потребление угля в тераджоулях на 1 кв. км населенной площади)	1,143	1,19	1,04111986
19	Автотранспорта на единицу населенной площади (число автотранспортных средств на 1 кв. км)	25,6535	2,2	0,085758279
20	Ежегодное среднее изменение лесного покрова за 10 лет	0,3995	2,2	5,506883605
21	Общий индекс фертильности (среднее число рождений на 1 женщину)	2,1945	2,03	0,925039872
22	Экологический След на душу населения (число гектаров продуктивной земли, требуемой на душу населения)	4,5625	3,75	0,821917808
23	Индустриальное органическое загрязнение воды (тонн БПК) на кубический километр запасов пресной воды	0,3195	1,59	4,976525822
24	Потребление удобрений на гектар плодородной земли (100 грамм на гектар)	2832,49	23,4	0,008261282
25	Потребление пестицидов на гектар плодородной земли (килограмм на гектар)	2,4285	0,3	0,123533045
26	Доля территории страны с высоким уровнем водного стресса (% территории, где потребление воды превышает 40 % от запасов)	3,494	57,14	16,35374928

Кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
27	Эффективность субсидий (по принципу «никаких государственных субсидий на потребление энергии и материалов»)	4,5915	3,61	0,786235435
28	Доля земель, засоленных вследствие ирригации, к общему объему пахотных земель	0,47	3,12	**6,638297872**
29	Смертность детей от респираторных заболеваний (на 100000 человек населения)	2,0725	22,4	**10,80820265**
30	Смертность детей в возрасте до 5 лет (на 1000 родившихся живыми)	22,68	76	3,350970018
31	Доля лиц, не получающих достаточного питания, %	5,6	22	**3,928571429**
32	Доля населения, имеющего доступ к чистой питьевой воде	94,192	86	0,913028707
33	Отношение стоимости бензина к средней мировой цене	1,207	0,57	**0,472245236**
34	Энергоэффективность (энергопотребление в тераджоулях на 1 млн долл. ВВП)	8,1175	22,63	2,787804127
35	Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии как доля от общей потребляемой энергии	34,445	4,21	**0,122223835**
36	Число компаний, сертифицированных по ISO 14001 на 1 млрд долл. ВВП	3,997	0,05	**0,012509382**
37	Инновационный индекс	3,3085	2,64	0,797944688
38	Выбросы углерода на миллион долларов ВВП	159,718	1436,89	8,996418688
39	Выбросы углерода на одного жителя	6,0275	7,76	**1,287432601**
40	Экспорт окислов серы (трансграничный перенос)	16,144	236,99	**14,67975719**
41	Импорт экологически опасных продуктов и сырья как доля к общему импорту	24,843	24,16	0,972507346

15. Сопоставление Республики Казахстан и 5-ти наиболее конкурентоспособных стран мира*

№ п/п	Параметр	Среднее значение по 5-ти странам	Данные по Казах-стану	РК /Ср. зн. 5^2
1	2	3	4	5
1	Концентрация NO_2 взвешенная на размер городского населения (мкг/м^3)	28,888	28,62	0.99072279
2	Концентрация SO_2 взвешенная на размер городского населения (мкг/м^3)	3,394	0,04	0,0117855
3	Концентрация твердых частиц взвешенная на размер городского населения (мкг/м^3)	40,656	0,5	0,01229831
4	Загрязнение воздуха в помещениях от использования твердого топлива (процент жилищ, использующих твердое топливо, с учетом вентиляции)	2,422	51	**21,0569777**
5	Процент территории страны с экосистемами, находящимися под угрозой	26,62	40,92	1.53719008
6.	Доля видов птиц, находящихся под угрозой, по отношению к общему количеству видов птиц	1,494	3,79	2.53681392
7	Доля видов млекопитающих, находящихся под угрозой, по отношению к общему количеству видов млекопитающих	21,248	9,55	0,44945407
8	Доля видов амфибий, находящихся под угрозой, по отношению к общему количеству видов амфибий	1,86	9,09	**4,88709677**
9	Национальный индекс биоразнообразия (чем больше, тем лучше)	0,298	0,44	1,47651007
10	Доля территории (включая внутренние воды) с очень низким уровнем антропогенного воздействия	42,798	55,55	1.29795785
11	Концентрация растворенного кислорода, средняя по всем станциям мониторинга (миллиграмм на литр воды)	10,468	7,17	0,68494459
12	Электропроводность воды (микросименс на 1 см)	99,694	1038,84	**10,4202861**
13	Концентрация фосфора (миллиграмм фосфора на 1 л воды)	0,048	0,11	2,29166667
14	Обеспеченность пресной водой (тысяч кубометров на одного жителя)	132,192	9,54	**0,07216776**
15	Обеспеченность подземными водами (тысяч кубометров на душу населения)	22,504	0,41	**0,01821898**

№ п/п	Параметр	Среднее значение по 5-ти странам	Данные по Казах-стану	ГК /Ср. зн. 5^2
16	Потребление угля на единицу населенной площади (потребление угля в тераджоулях на 1 кв. км населенной площади)	0,666	1,19	1,78678679
17	Автотранспорта на единицу населенной площади (число автотранспортных средств на 1 кв. км)	24,904	2,2	0,08833922
18	Ежегодное среднее изменение лесного покрова за 10 лет	1,894	2,2	1,16156283
19	Общий индекс фертильности (среднее число рождений на 1 женщину)	1,896	2,03	1,07067511
20	Экологический След на душу населения (число гектаров продуктивной земли, требуемой на душу населения)	6,618	3,75	0,56663645
21	Индустриальное органическое загрязнение воды (тонн БПК) на кубический километр запасов пресной воды	0,348	1,59	**4,56896552**
22	Потребление удобрений на гектар плодородной земли (100 г на 1 га)	7159,37	23,4	**0,00326844**
23	Потребление пестицидов на гектар плодородной земли (1 кг на 1 га)	1,22	0,3	0,24590164
24	Доля территории страны с высоким уровнем водного стресса (% территории, где потребление воды превышает 40 % от запасов)	0,954	57,14	**59,8951782**
25	Эффективность субсидий (по принципу «никаких государственных субсидий на потребление энергии и материалов»)	5,31	3,61	0,67984934
26	Смертность детей в возрасте до 5 лет (на 1000 родившихся живыми)	6,2	76	**12,2580645**
27	Доля лиц, не получающих достаточного питания, %	1,4	22	**15,7142857**
28	Доля населения, имеющего доступ к чистой питьевой воде	99,6	86	0,86345382
29	Отношение стоимости бензина к средней мировой цене	1,65	0,57	**0,34545455**
30	Энергоэффективность (энергопотребление в тераджоулях на миллион долларов ВВП)	10,018	22,63	2,25893392

№ п/п	Параметр	Среднее значение по 5-ти странам	Данные по Казах-стану	РК /Ср. зн. 5^2
31	Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии как доля от общей потребляемой энергии	48,864	4,21	**0,0861575**
32	Число компаний, сертифицированных по ISO 14001 на миллиард долларов ВВП	4,282	0,05	**0,01167679**
33	Инновационный индекс	4,334	2,64	0,60913706
34	Выбросы углерода на миллион долларов ВВП	69,308	1436,89	**20,7319501**
35	Выбросы углерода на одного жителя	7,572	7,76	1,02482831
36	Экспорт окислов серы (трансграничный перенос)	38,752	236,99	**6,11555533**
37	Импорт экологически опасных продуктов и сырья как доля к общему импорту	23,316	24,16	1,03619832

*Источник: Йельский центр по экологическому законодательству и политике (2005), Центр охраны здоровья и экопроектирования (2007).

Глава 9

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

9.1. Экологические аспекты устойчивого развития

По мере роста народонаселения и увеличения потребления воды, продовольствия и энергоресурсов, а также воздействие этого на окружающую среду ставят под сомнение перспективы устойчивости. Все большую остроту приобретает проблема предела развития технологий и того, насколько мудро мы их используем, при этом все большее значение для достижения устойчивых результатов придается вопросам административного управления, социальной организации и прав человека.

Водные ресурсы. Вода, возможно, является тем ресурсом, который определяет пределы устойчивого развития. Ресурсы пресной воды – по существу постоянны, причем, баланс между объемом потребностей человечества и имеющимся в наличии количеством воды уже становится шатким. И в этом отношении не все страны находятся в равном положении. В среднем, более развитые регионы имеют существенно более высокое количество осадков, чем менее развитые, при этом они имеют более эффективны технологии водопользования.

В то время как численность народонаселения мира за последние 70 лет утроилась, объемы водопользования возросли в шесть раз. В настоящее время на планете используются 54% доступного годового объема пресной воды, при этом две третьи этого количества идут на нужды сельского хозяйства. К 2025 г. только по причине прироста населения вышеозначенный показатель достигнет 70%, либо если душевое потребление во всех странах достигнет уровня более развитых стран, 90%.

В 2000 г. в 31 стране с напряженным водным режимом или с водным дефицитом проживали 508 млн человек. К 2025 г. в 48 таких странах будут жить 3 млрд человек. К 2050 г. в стра-

нах, которые не в состоянии обеспечить потребление 50 литров на душу населения в день для удовлетворения основных потребностей человека, будут обитать 4,2 млрд человек (свыше 45% общей численности населения мира).

Во многих странах применяются ненадежные средства удовлетворения потребностей в водоснабжении, что влечет истощение водоносных горизонтов. Под некоторыми городами Китая, Латинской Америки и Южной Азии уровень грунтовых вод снижается более, чем на 1 м в год. Кроме того, для обеспечения растущих потребностей сельскохозяйственного и промышленного производства используется морская и речная вода, что порой влечет катастрофические последствия. В 1997 г. река Хуанхэ в Китае оставалась пересохшей с течение рекордного срока в 226 дней.

По расчетам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), приблизительно 1,1 млрд человек лишены доступа к чистой воде. Впервые в официальной статистике нашло отражение снижение уровня водообеспечения по сравнению с предшествующими расчетами. В развивающихся странах 90–95% бытовых стоков и 70% промышленных сбрасываются без очистки в поверхностные воды, где они заражают водные ресурсы. Во многих промышленно развитых странах наличие химических стоков в следствии применения удобрений и пестицидов, а также кислотные дожди в результате загрязнения атмосферы диктует необходимость применения в интересах восстановления приемлемого качества воды дорогостоящих и энергоемких средств фильтрации и очистки.

Чисто технологические решения проблемы водного дефицита, скорее всего имеют ограниченный эффект. Опреснение морской воды является процессом дорогостоящим и на его долю в настоящее время приходится менее 1 процента потребляемой человеком воды.

Жизненно важными мерами по улучшению качества и увеличению доступности водных ресурсов является защита водных ресурсов от загрязняющих веществ, восстановление схем нарушенных стоков в речные системы, рациональное использование

ирригации и химикатов, а также прекращение промышленного загрязнения атмосферы.

Изменение климата. В XX столетии численность народонаселения возросла в четыре раза – с 1,6 млрд до 6,1 млрд человек, а выбросы двуокиси углерода, которая задерживает тепло в атмосфере, увеличились в 12 раз – с 534 метрических т в 1900 г. до 6590 метрических т в 1997 г.

По расчетам Межправительственной группы по проблемам изменения климата, на протяжении грядущего столетия атмосфера земли потеплеет на 5,8 градусов Цельсия – беспрецедентный показатель за последние 10000 лет. Согласно разработанным группой прогнозам «оптимального» сценария к, 2100 г. уровень мирового океана повысится почти на полтора метра.

В 1995 г. 20% населения планеты проживало в странах с наивысшим душевым уровнем выбросов двуокиси углерода, вызванной использованием ископаемого топлива, что составило 63% общего объема выбросов на планете. На долю 20% в странах с наименьшими объемами выбросов пришлось всего лишь 2% общего объема. Соединенные Штаты, где проживает только 4,6% населения планеты, производят одну четвертую часть глобального объема выбросов парниковых газов.

В целом в промышленно развитых регионах с 1970 г. душевой объем выбросов относительно невелик – приблизительно три метрические тонны на человека. Несмотря на то, что душевой объем выбросов развивающихся стран по-прежнему на много ниже, чем в развитых регионах, этот разрыв сокращается.

Изменение климата повлечет серьезные последствия, в том числе повышение интенсивности бурь, наводнений и эрозий почв, ускоренное исчезновение видов флоры и фауны, смещение зон сельскохозяйственного производства и угрозу здоровью людей по причине обострения водного дефицита и распространение тропических заболеваний. Такие условия могут повлечь увеличение потоков экологических беженцев и международной экономической миграции.

Достижение баланса между выгодой и издержками, который повлечет изменение климата, в интересах всех потребует

организации ответственного руководства и конкретных мер со стороны более богатых стран с целью сокращения производимых ими выбросов в сочетании с представлением финансирования, передачей технологии и укреплением потенциала для оказания помощи более бедным регионам в деле решения стоящих перед ними серьезных проблем.

В начале XXI века на долю развивающихся стран будет приходится более половины общего объема выбросов. По мере сокращения разрыва в душевых объемах выбросов проблема численности населения и темпов его прироста будет в ходе политических дебатов приобретать все большее и большее значение.

Леса, среда обитания и биологическое разнообразие.На протяжении последних нескольких десятилетий, когда темпы демографического роста достигли пиковых значений, самого высокого уровня достигли и темпы обезлесения.

Поскольку, тропические леса содержат, по оценкам, 50% оставшегося разнообразия биологических видов планеты, уничтожение этих лесов имеет особо катастрофические последствия. При нынешних темпах сведения лесов последний значительный девственный тропический лес будет вырублен в течении 50 лет, что повлечет необратимую утрату видов.

Вырубка тропических лесов также способствует увеличению количества двуокиси углерода в атмосфере.

Не смотря на то, что определенные надежды вселяет практика устойчивого лесоводства, прогнозируемое ускорение темпов демографического роста в предстоящие несколько десятилетий приведет к возникновению новых проблем и поставит перед необходимостью сделать нелегкий выбор. Во многих из стран, где расположены самые крупные массивы оставшихся тропических лесов, также наблюдаются и самые высокие темпы демографического роста.

Одним из путей решения проблемы сохранения оставшихся лесов и биологического разнообразия возможно, является интеграция программ охраны репродуктивного здоровья и планирования семьи в работу по созданию лесопарков и лесоустройству.

Антропогенное воздействие на экологию усугубляет остроту стихийных бедствий, причем от последствий страдают бедные. В настоящее время 25 млн человек являются экологическими беженцами.

Выбросы газов, создающих парниковый эффект. Двуокись углерода и прочие газы, создающие парниковый эффект, удерживают тепло в атмосфере и повышают среднюю температуру поверхности планеты. За период с 1900 г. по 2000 г. объемы выбросов двуокиси углерода увеличились в 12 раз – с 534 млн метрических т в 1900 г. до 6,59 млрд метрических т в 1997 г.

За тот же период численность населения Земли выросла в четыре раза – с 1,6 млн до 6,1 млн человек, что вызвало рост потребления ископаемых видов топлива: нефти, газа, угля. Расширение сельскохозяйственного производства, уничтожение лесов и рост производств некоторых видов химических веществ также способствуют возникновению парникового эффекта в атмосфере.

Сомнительно, что человечество смогло бы достичь сегодняшней численности без энергии, получаемой за счет ископаемых видов топлива. И, наоборот, потребности растущего населения создали постоянно растущий рынок добычи и производства этих видов топлива.

Изменение климата будет иметь серьезные последствия. По оценкам Межправительственной группы по изменению климата, в предстоящем столетии атмосфера Земли потеплеет еще на 5,8 градусов Цельсия, что является беспрецедентным явлением за последние 10000 лет. По самым «скромным» прогнозам Группы, к 2010 г. уровень моря поднимется приблизительно на 1,5 м (в диапазоне 15–95 см), что больше аналогичного показателя за все прошлое столетие.

Последствия подъема уровня океанов для человечества и окружающей среды включают увеличение затопленных площадей, береговую эрозию, засоление водоносных горизонтов и потерю прибрежных пахотных, водно-болотных угодий и жизненного пространства. Может также возрасти интенсивность и частота ураганов и других опасных природных явлений, угрожающих населению прибрежных районов.

Повышение температуры на поверхности планеты и изменение масштаба, интенсивности и географического распределения атмосферных осадков способны перекроить мировую карту возобновляемых природных ресурсов. Независимо от того, влияют ли эти климатические изменения на общемировые объемы сельскохозяйственного производства, они почти наверняка несут коррективы в распределение продуктивности по регионам и странам, а также внутри государств.

Например, последние прогнозы показывают, что хотя общий объем сельскохозяйственного производства в США может сохранится на прежнем уровне, некоторые регионы страны, вероятно, пострадают больше, чем остальные из-за изменений режима атмосферных осадков и температуры. Политика в области изменения климата должна учитывать изменившиеся региональные и национальные условия, а также глобальные экономические и биологические последствия.

По данным исследования, проведенного Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства США (НАСА), толщина ледяного покрова, окружающего крупнейший остров на Земле, быстро уменьшается, в некоторых районах со скоростью почти 1 м в год. Ученые подсчитали, что существует почти 98%-ная вероятность того, что таяние ледников, по крайней мере частично, обусловлено глобальным потеплением, вызванным деятельностью человека.

В статье, опубликованной в журнале «Наука» в 2000 г., специалист НАСА Билл Крабилл утверждал, что ледяной покров в Гренландии теряет ежегодно приблизительно 51 куб. км льда. Этого количество достаточно, чтобы повышать общемировой уровень моря на 0,01 см в год.

«Такой подъем уровня моря не представляет угрозы для прибрежных районов, но полученные результаты свидетельствуют о том, что границы ледяного покрова претерпевают изменения», - заявил Крабилл, - «Уменьшение его толщины не может объясняться только более высокой скоростью таяния. Похоже, что лед более активно поступает в море в с ледников».

Другие многочисленные исследования указывают на то, что за последние несколько десятилетий арктический лед и горные

ледники повсеместно в мире существенно сократились в размерах и продолжают быстро уменьшаться.

Потепление климата также создает серьезную угрозу здоровью общества. Вследствие перераспределения атмосферных осадков увеличивается число людей, которые проживают в регионах, испытывающих крайнюю нехватку вод, что усугубляется проблемой роста численности населения. Кроме того, возможно расширение географических границ распространения тропических заболеваний связанных с температурой, таких как малярия и лихорадка денге. Повышение средней температуры окружающей среды вызывает образование более интенсивных и продолжительных тепловых волн, что сопровождается ухудшением здоровья людей., обусловленным тепловым воздействием.

По мере потепления атмосферы Земли последствия этого процесса будут ощущаться в разной степени, во всех регионах мира. Хотя возможны определенные положительные изменения, например, более высокие температуры и продолжительный вегетационный период в некоторых северных регионах, отрицательных последствий будет гораздо больше. В их числе:

- среднемировое повышение уровня моря на 0,88 м в результате прогрева океанов и таяния ледников; это может поглотить города и небольшие поселения, находящиеся в низинных прибрежных зонах;
- снижение продуктивности сельского хозяйства и рыболовства в теплых субтропических и тропических районах;
- менее предсказуемые, более частые и сильные бури, наводнения, засухи, тепловые волны, лавины, штормовые ветры, создающие опасность для здоровья человека;
- более обширные зоны распространения инфекционных заболеваний, переносчиками которых являются насекомые, например, малярии и лихорадки денге;
- быстрая эрозия почв, усыхание и сокращение площади тропических лесов, а также активное наступление экзотических видов, в том числе быстро растущих сорных растений;

– ускоренные темпы исчезновения биологических видов. поскольку растения и животные не в состоянии адаптироваться или мигрировать. Многие виды находятся под угрозой уничтожения, особенно те из них, чьи места обитания оказались изолированными или расчлененными в результате деятельности человека. К 2100 г. будет почти треть естественных мест обитания животных и растений;
– вероятно, изменение климата нанесет наиболее сильный удар по южным странам, расположенным в экологически уязвимых тропических регионах, небольшим островам или обширным пустыням, которые менее способны к адаптации.

Рост численности населения, миграция и уязвимые районы, уничтожение лесов и нерациональное использование водных и земельных ресурсов уже сегодня увеличивают влияние стихийных бедствий на отдельных лиц и сообщества. Эти факторы также подрывают экономику стран и долгосрочные перспективы их развития. Например, экономический ущерб от урагана Митч, который пронесся над Центральной Америкой в 1998 году, составил 8,5 миллиардов долларов США, что равняется совокупному ВВП Гондураса и Никарагуа.

Совместное влияние двух факторов – роста населения и изменения климата – способно вызвать нехватку ресурсов в регионах, что в свою очередь приводит к эксплуатации экологически чувствительных участков, например, склонов холмов, пойм, прибрежных зон и водно-болотных угодий. Эти условия могут также вызвать рост числа экологических беженцев, расширение международной экономической миграции и усугубление сопутствующих социально-экономических проблем. Политика в области климата и окружающей среды должна учитывать географическое распределение и миграцию жителей планеты в XXI в., а также их абсолютную численность.

Экологическая устойчивость – это способность экосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних и внутренних факторов. Распространённым синонимом данного понятия является понятие экологической стабильности.

Германская Комиссия Энкета предложила следующие экологические нормативы для устойчивого развития:

1. Скорость использования возобновляемых ресурсов не должна превышать темпы их регенерации. Это соответствует требованием обеспечения устойчивости экологических характеристик, т. е. (по крайней мере) устойчивости экологического капитала, которая определяется его функциями.

2. Выбросы в окружающую среду не должны превышать емкости отдельных экосистем.

3. Периоды антропогенных воздействий на окружающую среду необходимо привести в соответствие с периодами протекания соответствующих естественных процессов с участием воздействующих веществ в окружающей среде.

4. Необходимо свести до минимума опасности и риски для здоровья человека в результате антропогенной деятельности.

Устойчивость системы с экологических позиций определяется:

1. Качеством окружающей среды в сравнении с гигиеническими и экологическими нормативами (атмосферный воздух, питьевая вода, шум, электромагнитные поля, рекреационные зоны).

2. Обеспеченностью ресурсами экономики и социальной сферы (минеральное сырье; вода; пашня; лес; водные объекты, как приемники сточных вод; атмосфера, как приемник выбросов; земли для размещения отходов).

По существу эти две группы критериев очевидны. Необходимо лишь подчеркнуть наличие отрицательной обратной связи между определенными критериями. Функционирование промышленности и коммунального хозяйства требует ресурсов для рассредоточения и депонирования отходов:

– атмосферного воздуха – для рассеивания выбросов, что ведет к его загрязнению;
– водных объектов – для приема сточных вод, что также ведёт к их загрязнению и уменьшению возможностей их использования;
– земель – для размещение отходов, что уменьшает доступность использования земельных ресурсов для других целей.

Использование водных и земельных ресурсов для рекреационных целей в свою очередь снижает возможности их использования для целей хозяйственных.

Задача общества и государства состоит в том, что бы обеспечить приемлемый баланс путем принятия соответствующих нормативно-правовых актов, административных мер и просветительской деятельности.

Современное состояние экологических систем – результат длительной истории хозяйствования человека на Земле. Основными экологическими проблемами являются загрязнение атмосферного воздуха, в том числе парниковыми газами; прогрессирующее накопление промышленных и бытовых отходов, среди которых опасные; деградация и опустынивание земель; загрязнение поверхностных и подземных источников воды и их истощение; радиоактивное и химическое заражение территорий; сокращение биоразнообразия.

Современная экологическая обстановка такова, что перед всеми, кто осуществляет научно-технический прогресс и использует его достижения, как, впрочем, перед каждым человеком, встало неотложное объективное требование: строго учитывать ранимость природы, не допускать превышения пределов возможности восстановления природных процессов, всесторонне и глубже изучать и знать сложные, диалектически взаимосвязанные природные явления, не обострять негативные противоречия с естественными закономерностями, чтобы не вызывать необратимых процессов в окружающей среде.

Основные направления достижения экологической устойчивости. По вопросу сохранения и восстановления природной среды необходимо осуществление научно обоснованных мер по сохранению и восстановлению ландшафтного и биологического разнообразия, достаточного для поддержания способности природных систем к саморегуляции и компенсации последствий антропогенной деятельности с помощью таких путей, как оптимизация системы управления качеством окружающей среды (ОС), использование экосистемного подхода в управлении природопользованием, совершенствование си-

стемы государственного, производственного и общественного контроля, экологического аудита, мониторинга ОС, предупреждение истощения, загрязнения земельных и водных ресурсов, загрязнения атмосферного воздуха, снижение антропогенного воздействия на климат и озоновый слой Земли.

Важными средствами улучшения экологической обстановки являются меры по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия, расширению площади особо охраняемых природных территорий, сохранению и восстановлению целостности природных систем, рекультивации нарушенных хозяйственной деятельностью территорий. Обязательным требованием для производственных объектов является полное восстановление естественных ландшафтов по завершении их жизненного цикла.

Такие пути, как реабилитация зон экологического бедствия, полигонов ракетно-космического и военно-испытательного комплексов, предупреждение загрязнения водных объектов, последовательное увеличение объемов переработки и утилизации отходов производства и потребления, будут способствовать оздоровлению, стабилизации и устойчивому развитию.

Защита здоровья населения от неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды является одним из важных элементов государственной политики в области устойчивого развития. В этих целях *эффективны следующие методы:*

- оценка экологического риска и формирование программ по его снижению;
- безусловное обеспечение нормативов качества окружающей среды на территории населенных пунктов;
- внедрение новых подходов к градостроительным решениям с выводом промышленных объектов за пределы селитебной зоны;
- ужесточение требований к качеству водопроводной и бутилированной питьевых вод;
- контроль за состоянием среды жилищ, в особенности по радиоактивным параметрам;
- создание клинических центров для лечения экологически обусловленных заболеваний;

– введение порядка компенсации доказанного ущерба здоровью населения от воздействия негативных факторов ОС.

Важнейшим направлением экологической устойчивости является предотвращение экологических ситуаций и экологического терроризма. *Экологическая безопасность* – это процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы от реальных и потенциальных угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду. *Деятельность по предотвращению чрезвычайных экологических ситуаций и экологического терроризма, преодолению их потенциальных последствий, включает в себя:*

– прогнозирования чрезвычайных ситуаций, способных повлечь негативные последствия для ОС;
– обучения населения правилам поведения, действиям и способам защиты при чрезвычайных ситуациях с негативными экологическими последствиями;
– включения обязательных экологических разделов в планы предотвращения чрезвычайных ситуаций и преодоления их последствий;
– законодательного регламентирования установления зон с особым режимом хозяйственной деятельности, зон экологического бедствия и кризиса;
– предотвращения диверсий и техногенных аварий с негативными последствиями для ОС;
– предотвращения преднамеренного применения химических веществ, вызывающих деградацию природной среды;
– предотвращения умышленных пожаров, промышленного браконьерства, незаконных рубок и заготовки растительного сырья, вызывающих уничтожение природных и аграрных экосистем, а также предотвращения ввоза и распространения с террористическими целями видов живых организмов, вызывающих нарушения в природных объектах и системах.

Большое значение для обеспечения экологической устойчивости имеют меры по организации контроля за использованием генетически измененных организмов, а также предотвращению ввоза и распространения карантинных и чужеродных вредных организмов.

Одним из важных элементов повышения эффективности деятельности по определению способов устойчивого развития является *научное обеспечение охраны окружающей среды*: формирование системы индикаторов состояния ОС, экологическое районирование, разработка путей решения локальных экологических проблем, создание новых ресурсосберегающих, малоотходных, экологически эффективных технологий. Кроме того, это разработка научных принципов и технологий использования возобновляемых биологических ресурсов, обеспечивающих их устойчивое воспроизводство, разработка эффективных методов сохранения биоразнообразия, анализ распространения чужеродных и генетически измененных видов живых организмов с разработкой соответствующих методов контроля и снижения негативных последствий этих процессов.

В нашей стране цели, направления, задачи и принципы проведения единой государственной политики в области экологии на долгосрочный период определяет *экологическая доктрина Республики Казахстан*. Сохранение природы и улучшение окружающей среды являются приоритетными направлениями деятельности государства и общества. Природная среда должна быть включена в систему социально-экономических отношений как ценнейший компонент национального достояния. Формирование и реализация стратегии социально-экономического развития страны и государственная политика в области экологии должны быть взаимоувязаны, поскольку здоровье, социальное и экологическое благополучие населения находятся в неразрывном единстве.

Экологическая доктрина РК учитывает рекомендации конференции в Рио-де-Жанейро и последующих международных форумов по вопросам окружающей среды и обеспечения устойчивого развития.

Стратегической целью государственной политики в области экологии является сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций для устойчивого развития общества, повышения качества жизни, улучшения здоровья населения и демографической ситуации, обеспечения экологической безопасности страны.

Государственная политика в области экологии базируется на следующих *основных принципах:*

– устойчивое развитие, предусматривающее равное внимание к его экономической, социальной и экологической составляющим и признание невозможности развития человеческого общества при деградации природы;
– предотвращение негативных экологических последствий в результате хозяйственной деятельности, учет отдаленных экологических последствий;
– отказ от хозяйственных и иных проектов, связанных с воздействием на природные системы, если их последствия непредсказуемы для окружающей среды.

Одним из ведущих направлений государственной политики в области экологии является внедрение систем обустройства сельскохозяйственных земель и ведения сельского хозяйства, адаптированных к природным ландшафтам, развитие экологически чистых сельскохозяйственных технологий, сохранение и восстановление естественного плодородия почв на землях сельскохозяйственного назначения.

Важное место занимают вопросы снижения загрязнения окружающей среды и ресурсосбережение. Основной задачей в указанных сферах является снижение загрязнения окружающей среды выбросами, сбросами и отходами, а также удельной энерго- и ресурсоемкости продукции и услуг. Для этого необходимы:

– внедрение ресурсосберегающих и безотходных технологий во всех сферах хозяйственной деятельности;
– технологическое перевооружение и постепенный вывод из эксплуатации предприятий с устаревшим оборудованием;
– оснащение предприятий современным природоохранным оборудованием;

– модернизация и развитие экологически безопасных видов транспорта, транспортных коммуникаций и топлива.

Важен переход к экологически безопасному общественному транспорту – основному виду передвижения в крупных городах. Положительный экологический эффект будут иметь работы по улучшению состояния автомобильных дорог и оптимизации транспортной сети, мероприятия по воспроизводству лесов, строительству и реконструкции полигонов твердых бытовых отходов.

Региональный аспект концепции устойчивого развития предполагает в контексте глобальных вопросов учет целого ряда специфических особенностей того или иного региона страны: природных, этнических, социально-экономических, культурных и т.д. Экологическую культуру нельзя привнести в регион, она развивается как результат взаимодействия общества и окружающей его природной среды.

Важнейшим показателем ориентации производств на устойчивое развитие является доля *экологически чистой продукции* или доля продукции, полученной на основе экологически усовершенствованных технологий по промышленности в целом и в отдельных ее отраслях.

Одной из центральных задач устойчивого развития региона является ориентация на потребление экологически чистых товаров – важнейшего фактора улучшения здоровья населения. Показатели учета экологического фактора выступают в роли важного, полезного инструмента, позволяющего оценивать степень прогресса в ориентации на путь устойчивого развития. Все показатели социально-экономического развития должны быть сориентированы на обеспечение экологического равновесия.

9.2. Экономические аспекты устойчивого развития

В экономической сфере устойчивое развитие предполагает, прежде всего, серьезный пересмотр традиционной модели классической экономики. Господствующие тенденции в экономической теории представляют общество, как систему, открытую с

обеих сторон. В этой модели, с одной стороны (на «входе» этой системы), находится неограниченное количество ресурсов, а с другой (на ее «выходе») – стоки, способные принять неограниченное количество отходов.

Однако в конце XX в. стало очевидным, что ряд ресурсов находится в дефиците и многие из этих ограниченных ресурсов невозобновимы. Способность внешней среды абсорбировать и перерабатывать отходы также не безгранична – так, большинство ученых пришли к согласию, что высокая концентрация парниковых газов в атмосфере привела к серьезным климатическим сдвигам, последствия которых обещают быть глобальными. Соответственно, в новой экономической модели устойчивости должны быть учтены и ресурсы, и отходы, а производство должно быть организовано так, чтобы сократить использование невозобновимых ресурсов, обеспечить восстановление возобновимых, уменьшить количество отходов и найти пути их вторичного использования.

Очевидным стало и то, что в цене любого товара должно учитываться его воздействие на окружающую среду. Низкая цена какого-либо товара еще не обозначает, что он является реально дешевым: чаще всего отсутствие прямых издержек у покупателя связано с тем, что имеются издержки косвенные. Так, продукты с целью удешевления могут производится с применением большого количества химических веществ (гербицидов, пестицидов, химических удобрений, стимуляторов), в ходе чрезмерной эксплуатации почвы и т.д. Это обозначает, что часть издержек за эти продукты будет перенесена на окружающую среду (и будет выражена в виде деградации почв, загрязнения воды и воздуха) и на будущие поколения (которым достанется загрязненная и деградировавшая окружающая среда). Возможно, что часть этих скрытых издержек в будущем будет возложена и на самого потребителя дешевых товаров, который может заплатить еще раз – но в этот раз уже ухудшением своего здоровья. Соответственно, новая экономика должна учитывать нагрузку на окружающую среду и будущие поколения, закладывая ее в цену товара и перераспределяя средства через «зе-

леные» налоги на исправление нанесенного природе вреда; это должно стимулировать бизнес в поиске природосберегающих технологий.

В экологически-ориентированной экономике можно поставить вопрос и о соответствии вкусов и предпочтений людей (формирующих спрос) задачам охраны окружающей среды. Есть определенный смысл в том. чтобы установить ограничения на производство товаров, в процессе которых наносится ущерб окружающей среде, и которые при этом не являются необходимыми для удовлетворения важнейших нужд человека.

Хотя такие меры, на первый взгляд, кажутся ограничивающими ценности свободы выбора и торговли, можно найти определенные параллели между такими ограничениями и уже существующими запретами (например, на торговлю наркотиками, порнографией, на пропаганду насилия). Анти-природные предпочтения могут в данном случае приравниваться к антисоциальным, тем более что экологические проблемы негативным образом отражаются на обществе. Однако более предпочтительным здесь все же представляется не сугубо запретительный, а ценностно-ориентированный подход, при котором под влиянием нравственно-экологического воспитания должны измениться не формы рыночного регулирования, а сами вкусы и предпочтения людей.

С позиций обеспечения устойчивости, наибольшее значение имеет самообеспечение системы. При этом на первый план выходит критерий зависимости от внешних связей:

- источников сырья,
- источников энергии,
- рабочей силы,
- средств производства.
- потребителей продукции,
- потребителей отходов.

Хотя в современном открытом обществе трудно себе представить субъект с полностью натуральным хозяйством, именно натуральное хозяйство имеет наивысшую устойчивость. Его недостатком является низкая производительность труда и вы-

сокие удельные затраты на единицу выпускаемой продукции. Последние столетия развитие шло именно по пути увеличения производительности труда и уменьшения удельных затрат. Обратной стороной этого процесса стало увеличение зависимости субъектов хозяйственной деятельности от внешних факторов. Очевидно, что неизбежен определенный обратный процесс для того, чтобы сбалансировать чисто экономические показатели с повышением устойчивости и экологической безопасности.

Вышеупомянутая Комиссия Энквета 13-го Бундестага Германии (Палата Парламента) предложила следующие *экономические правила для устойчивого развития:*

1. Экономическая система должна эффективно удовлетворять индивидуальные и социальные потребностям. С этой целью экономический порядок должен быть сформирован таким образом, чтобы поощрять личную инициативу (собственную ответственность), и чтобы личные интересы служили общим интересам (общая ответственность) в интересах обеспечения благосостояния нынешнего и будущего населения. Частные и общие интересы должны быть согласованы друг с другом.

Каждый член общества получает выгоду от социальных систем как в соответствии с личными взносами в социальные системы, так и в соответствии с конкретными потребностями.

2. Цены всегда должны служить важной функцией руководства рынком. Они должны отражать доступность ресурсов, производства, товаров и услуг.

3. Необходимо создавать ограниченные условия для конкуренции, которые необходимы для создания и поддержания хорошо функционирующих рынков;

следует стимулировать инновации, сделать долговременные решения выгодными, а также вызывать улучшения в общественной жизни, приводящие к корректировке будущих потребностей.

4. Экономическая эффективность общества и основ производства, социальных и человеческих отношений должны быть устойчивыми во все времена. Повышать эффективность необходимо не только количественно, но и качественно.

Целью государственной экономической политики является достижение динамичного общеэкономического равновесия как главного условия для выхода на траекторию устойчивого развития. Она может считаться достигнутой тогда и только тогда, когда одновременно выполняются несколько условий:

1. Имеет место постоянный и соразмерный экономический рост, причем, не как простое увеличение производства реального ВВП в целом или на душу населения, а вызванный научно-техническим прогрессом и соответствующими структурными изменениями в национальной экономике.

2. Экономическая стабильность, что подразумевает стабильность цен и покупательной способности национальной валюты, низкие уровни инфляции и бюджетного дефицита.

3. Внешнеэкономическое равновесие, т. е. поддержание положительного платежного баланса страны, предупреждение чрезмерного отрицательного сальдо внешней торговли, поддержание в приемлемых рамках внешнего долга страны.

4. Экономическая справедливость, под которой понимается не только обеспечение всех граждан материальными благами и услугами в объемах, гарантированных Конституцией страны, но и создание равных экономических условий для всех хозяйствующих субъектов, развитие рыночной конкуренции и регулирование деятельности монополистов.

В социально-экономическом развитии Казахстана наступил качественно новый этап. Необходимы решения по углублению реформ, обеспечению стабильного, динамичного развития всех сфер общественного и государственного строительства. Это требует всестороннего учета тенденций экономического развития как внутри страны, так и за рубежом, принимая во внимание вовлеченность Казахстана в систему мирохозяйственных связей.

В этих условиях как закономерность должно повыситься участие государства в создании высоких технологий. Это может быть достигнуто на основе постоянного развития и диверсификации государственной научной политики, обеспечения реализации наиболее значимых результатов фундаментальных

исследований. Нужно увеличивать государственный заказ научным организациям с использованием механизмов конкурсного отбора, а также концентрировать бюджетные средства на финансирование важнейших приоритетных разработок.

Ускорение структурно-инвестиционных преобразований в промышленности невозможно без усилия государственного влияния на процессы внедрения наукоемких технологий с помощью налоговых, бюджетных и внешнеторговых экономических инструментов.

Для Казахстана решение вопросов устойчивого развития является условием сохранения независимости страны и глобализации. *Глобализация* затрагивает промышленность, особенно наукоемкие и высокотехнологические отрасли, что предполагает возрастание стоимости промышленных технологических исследований. Развитие отечественного научного потенциала предстает залогом повышения конкурентоспособности товаров, что важно для вхождения Казахстана в число 50-ти наиболее развитых стран мира.

В настоящее время успешно проводятся исследования по проблемам глобализации и устойчивого развития республики, разрабатываются модели участия Казахстана в процессах глобализации и интеграции в региональные сообщества.

Казахстан в условиях глобализации заинтересован в стабильной системе и устойчивом развитии как внутри страны, так и в системе международных отношений. Идет процесс расширения позиции диверсификации деятельности национального капитала, создаются отечественные компании, в том числе транснациональные, которые имеют общенациональное значение и во многом определяют экономическую мощь государства. Крупные компании служат организационной основой совершенствования управления экономикой и ее роста.

В средне- и долгосрочной перспективе особое значение для внешнеэкономической стратегии имеет создание отечественных ТНК. Консолидация национального капитала, создание крупных межотраслевых корпораций инициируется Президентом республики. Задача заключается в том, чтобы дать импульс

формированию эффективных противовесов мировым ТНК. Именно отечественные компании должны составлять активную конкуренцию иностранному капиталу за освоение недр, развитие промышленности, модернизацию структуры экономики.

Лицо экспорта Казахстана определяют энергоносители и металлы, что ведет к опасному структурному дисбалансу, структурной деформации экономики. Как показывают расчеты экономистов, ориентация на топливно-энергетический и сырьевой комплекс в долгосрочной перспективе эквивалентна консервации уровня жизни населения.

Важнейшей задачей стоит разработка правовых основ и экономических правил привлечения инвестиций. Казахстан должен следовать цивилизованным формам и правилам привлечения иностранного капитала, которые сложились в ведущих странах, поскольку это объективное следствие закона конкуренции. В случае принятия указанных норм и правил не будет основания для недоверия, коррупции и спекуляции по поводу контрактов с зарубежными компаниями. Подобный подход к решению вопроса позволяет в будущем преодолеть неравноправный характер соглашений.

Главный приоритет страны в условиях глобализации – содействие развитию национальной экономики. Для достижения этой цели необходимо добиваться сведения к минимуму рисков при дальнейшей интеграции нашей экономики в мировое хозяйство, в том числе и в ВТО.

Для республики вступление в ВТО связано с сокращением импортных пошлин до 3–4% для промышленной продукции, что будет ударом по отечественному производству. Необходимо обратиться к методам «разумного протекционизма», что не поощряется господствующей в ВТО идеологической доктриной радикального либерализма, теорией открытости внутреннего рынка стран-членов ВТО для зарубежных товаров, рабочей силы, закрывая его для инвестиций в перерабатывающие сферы. Это может затруднить реализацию долгосрочной стратегии развития республики по формированию в ней развитого конкурентоспособного народнохозяйственного комплекса.

Стратегия экономического развития РК провозглашает одной из главных задач вхождение Казахстана в число 50-ти наиболее конкурентоспособных стран мира.

Очевидно, что поставленная руководством РК цель может быть достигнута только на основе глубокой диверсификации экономики страны, путем стимулирования инновационной деятельности, внедрения и развития конкурентоспособных производств, интегрированных в региональные и мировые рынки.

Именно поэтому в последнее время все чаще к числу важнейших факторов развития экономики Казахстана стали относить инновационную деятельность, которая базируется на внедрении новых идей, научных знаний, технологий и видов продукции в различные области производства и сферы управления обществом.

На расширение масштабов инновационной деятельности в Казахстане направлены основные положения Закона Республики Казахстан «Об инновационной деятельности» и «Программы инновационного развития Республики Казахстан».

Фундаментальным документом, определяющим в настоящее время экономическое развитие Казахстана является *Стратегия индустриально-инновационного развития РК на 2003–20015 годы.* Эта стратегия была утверждена 17 мая 2003 г. с целью обеспечения устойчивого, поступательного развития страны, отхода от сырьевой направленности развития к перерабатывающей.

Среди основных задач данной Стратегии следует выделить:

- обеспечение в обрабатывающей промышленности среднегодовых темпов роста в размере 8–8,4%, повышение производительности труда к 2015 г. по сравнению с 2000 г. не менее чем в 3 раза и снижение энергоемкости ВВП в 2 раза;
- повышение производительности основных фондов обрабатывающей промышленности;
- создание предпринимательского климата, структуры и содержание общественных институтов, которые будут

стимулировать частный сектор, и совершенствовать конкурентное преимущество, осваивать элементы в цепочке добавленных стоимостей в конкретных производствах, добиваясь наибольшей добавленной стоимости;

- стимулирование создания наукоемких и высокотехнологичных экспортоориентированных производств;
- диверсификация экспортного потенциала страны в пользу товаров и услуг с высокой добавленной стоимостью, переход к мировым стандартам качества;
- развитие интеграции с региональной и мировой экономикой с включением в мировые научно-технические и инновационные процессы.

Важным элементом успешной реализации Стратегии экономического развития Республики Казахстан руководство страны признает развитие несырьевого сектора экономики. В связи с этим, в 2004 г. в Казахстане началось действие проекта по диверсификации экономики Казахстана посредством развития недобывающих отраслей.

Реализация данного проекта имеет своей целью повышение конкурентоспособности отраслей экономики Казахстана, не связанных с добычей природных ресурсов. Предполагается создание локализованных географически групп компаний, занимающихся поставками оборудования, комплектующих и специализированных услуг, а также инфраструктуры, научно-исследовательских институтов, призванных повысить конкурентоспособность как отдельных производственных предприятий Казахстана, так и в целом экономики страны.

В реализации Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан определены три этапа.

На первом этапе, в 2003–2005 годы, были внесены изменения в законодательство, отраслевые программы развития, определены объемы финансирования науки, образования, подготовки соответствующих специалистов. Также созданы институты развития, через которые государство осуществляет свое участие в реализации программы.

Второй этап, 2006–2010 годы, предполагает изучение инициатив частного сектора, поиск инвесторов – участников реали-

зации отобранных проектов, подготовку кадров, строительство и реконструкцию основных и вспомогательных объектов.

На третьем этапе, в 2011–2015 годы, будет отлажен весь комплекс организационных мер, ускорены работы в области развития конкурентоспособной продукции обрабатывающей промышленности.

Результатом реализации Программы должно стать изменение структуры экономики и диверсификация экспорта.

Активное проведение индустриально-инновационной политики обеспечит темпы роста экономики не менее чем на 8,8–9,2% в год. Это позволит увеличить к 2015 году объем ВВП примерно в 3,5–3,8 раза по сравнению с 2000 г.

Согласно оценкам экспертов, доля наукоемких и высокотехнологичных производств возрастет от 0,1% от ВВП в 2000 г. до 1,4% к моменту завершения действия Стратегии.

Развитие сети технопарков на территории республики - одно из приоритетных направлений развития экономики Казахстана. С целью продвижения этой инициативы, Министерством индустрии и торговли Казахстана была разработана Концепция формирования сети технопарков в РК. Подготовка данной Концепции осуществлялась с учетом опыта формирования инновационной инфраструктуры в таких странах, как Китай, Германия и США.

Концепция подразумевает создание многоуровневой национальной инновационной системы, включающей в свой состав технопарки, научные парки, специальные экономические зоны (СЭЗ) и зоны высоких технологий. Целью их создания является формирование производственных комплексов в важнейших перспективных отраслях экономики и создание производств с высокой добавленной стоимостью, основанных на использовании передовых технологий и инноваций.

Технопарки создаются в городах, где имеется в наличие сеть научных и промышленных организаций с высоким научно-технологическим потенциалом.

Технопарки Казахстана создаются в интересах внутреннего рынка сбыта и имеют четкую тематическую, отраслевую и даже

региональную ориентированность. Например, в Уральске создан технопарк «ИТ в машиностроении», в Курчатове существует Парк ядерных технологий, в Западно-Казахстанской области – нефтехимический ТОО Технопарк «Алгоритм», в Степногорске – технопарк в области биотехнологии, в Шортанды – технопарк переработки сельхозпродукции и т.д.

Очевидно, что инновационная экономика для Казахстана - это способ реагирования на системные ограничения на пути экономического роста за счет создания, внедрения и коммерциализации новых технологий на всех уровнях принятия решений. В современных условиях только инновационная экономика, основанная на заимствовании, адаптации к местным условиям и разработке новейших технологий, способна поднять конкурентоспособность страны, а значит, и уровень жизни населения этой страны на достаточно высокий уровень.

Таким образом, успешная реализация Стратегии инновационного развития должна способствовать проведению качественных изменений в структуре экономики Казахстана, которые приведут к ее устойчивому росту, основанному на эффективном использовании человеческого, произведенного и природного капитала, выходу Казахстана на новый уровень социального развития и устройства общества.

9.3. Социальные аспекты устойчивого развития

Важным фактором, обеспечивающим устойчивое развитие общества, является создание экономических, социальных, культурных, правовых и других условий для гармонического развития и социально позитивного образа жизни личности, реализации общепризнанных мировым сообществом конституционных прав и свобод человека.

Потребностям и принципам устойчивого развития современного общества соответствует тип гармоничной и всесторонне развитой, физически здоровой, образованной и духовной личности, ведущей активный образ жизни. Развитию личности

и интересам общества способствует поступательное развитие экономики и общества, формирование сильного государства, обеспечение социальной консолидации, которая является необходимым условием как укрепления демократических институтов, так и становления гражданского общества.

Добиться такой консолидации и массовой поддержки власти можно лишь при условии, что главной целью и реальным приоритетом развития социального государства и экономики является осуществление государством такой политики, которая будет направлена на обеспечение определенного уровня благосостояния своих граждан, поддержку социально уязвимых групп населения, на утверждение в обществе социальной справедливости.

Сильная социальная политика в сочетании с раскрепощением инициативы самой активной части населения призвана сбалансировать интересы и консолидировать общество на основе надежных социальных гарантий и уверенности в завтрашнем дне.

Социальная парадигма развития исходит из того, что локомотивом экономического роста является человек, обладающий квалификационными и трудовыми возможностями, социальной активностью и мобильностью, способностью легально адаптироваться к сложившимся условиям и реализовать эффективно возможности своей деятельности. Это взаимообусловленный процесс экономического роста и повышения благосостояния народа, базирующийся на участии всех граждан в развитии и справедливом распределении его результатов, преодолении отчуждения, эксплуатации, неравенства и несправедливости в экономике и обществе.

Социальный аспект стратегии устойчивого развития основывается на принципах единства и взаимосвязи социальной сферы, экономики и окружающей среды. При этом важно обеспечить ведущую роль социальной политики в системе управления обществом, определить важнейшие направления и методы ее реализации, выделить приоритеты, исходя из задач устойчивого развития.

В социальной сфере основной целью является достижение научно обоснованных параметров уровня и качества жиз-

ни населения, увеличение средней продолжительности жизни населения, улучшение среды обитания человека, развитие его социальной активности, планирование семьи, рационализация масштабов и структуры личного потребления, обеспечение равных возможностей для получения образования, медицинской помощи и восстановления здоровья; социальная защита престарелых, инвалидов и других социально уязвимых групп населения. При этом предполагается формирование и выработка у населения сознательного отношения к биосфере, как фундаменту жизни, соблюдение законов ее развития, а также вытекающих из них ограничений и запретов. Речь идет о формировании модели эффективного хозяйствования, рационального потребления и природопользования, здорового образа жизни.

Социальный императив, таким образом, заключается в необходимости развития и эффективного использования человеческого капитала, наиболее полного удовлетворения его потребностей..

Народонаселение представляет собой совокупность людей, проживающих в пределах определенных территорий: части страны, всей страны, групп стран, всего мира. Население стран вместе с географической средой и способом производства материальных благ определяет возможности развития общества. При этом для нормального развития производства и общества в целом, освоения природных богатств необходим определенный минимум народонаселения. Напротив, переизбыток населения может негативно сказываться на материальной жизни общества и даже привести к социальным конфликтам и взрывам, губительно отражаться на окружающей среде.

Рост народонаселения определяется комплексом причин: уровнем развития производительных сил, культуры, характером существующего общественного строя, теми условиями, которые этот строй представляет для жизни и развития людей. Каждой ступени общественного развития, тому или иному типу государства, культуры свойственны свои темпы роста народонаселения, особые законы его роста, связанные главным образом с экономическими условиями, а также с географическим фактором.

Современная демографическая ситуация в различных регионах и странах крайне пестрая. Достаточно сказать, что 70%в населения Земли сосредоточено на 7% суши. На Юге планеты – стремительный рост народонаселения. Так, население Африки, Азии и Латинской Америки практически удваивается за каждые 25 лет. На Севере (в Европе) наблюдается обратная картина: постоянство или даже снижение роста рождаемости. Население Земли на протяжении всей своей истории увеличивается все более ускоренными темпами. Если в I в. н. э. оно составляло 300 млн. человек, то в 1965 г. оно достигло 3 млрд 280 млн чел. Всего через 30 лет (!), к 1995 г., землян стало уже более 5 млрд В течение XX в. население более чем утроилось и составило ныне более 6 млрд человек.

Допустимый, разумный предел населения Земли (по данным ООН – 10–12 млрд человек) может быть достигнут уже к середине XXI в. На протяжении большей части человеческой истории рост численности народонаселения был малозаметен. Однако на протяжении XIX в. этот процесс стал набирать темпы и чрезвычайно резко ускорился в первой половине XX в. Это дало повод аналитикам говорить о демографическом «взрыве».

По расчетам ученых, население мира увеличивается сегодня примерно на 90 млн человек в год. Однако плотность населения в различных районах весьма неодинакова. Это проявляется даже в пределах отдельных стран, где, как правило, большая часть населения концентрируется в городах.

Основной прирост населения Земли приходится на развивающиеся страны. Быстрый рост населения в них провоцирует обострение экологических и социальных проблем, такие, как дефицит продовольствия, возникновение и распространение эпидемий инфекционных заболеваний, периодически вспыхивающие межэтнические, религиозные и кастовые конфликты, возникающие вследствие ужесточения конкуренции за территории и расположенные там ресурсы, а также все более усугубляющееся отставание в уровне культурного развития.

Можно выделить следующие негативные последствия роста численности населения Земли: рост материального потре-

бления, рост городских агломераций, загрязнение среды, падение уровня жизни, изменение структуры населения и его скученность.

Рост населения не пропорционален росту потребления, так как обычно сопровождается падением уровня жизни. Потребление возрастает, прежде всего, за счет тех областей, которые мало связаны с уровнем жизни (например, потребление зерна, риса и т.п.).

В силу того что сельскохозяйственное производство не предоставляет дополнительных рабочих мест, избыточное население сосредоточивается в городах. Рост городов происходит нередко за счет сельскохозяйственных угодий, что, в свою очередь, ведет к усилению оттока населения из сел в города.

Загрязнение среды возрастает из-за увеличения объема бытовых отходов, роста городов как наиболее мощных источников загрязнения, интенсификации сельскохозяйственного производства. Загрязнение провоцирует рост заболеваемости, запуская механизм естественного отбора, ведущего к изменению (ухудшению) генофонда. Борьба с загрязнением, в свою очередь, сопряжена со значительным увеличением непроизводительных расходов.

Основные факторы падения уровня жизни связаны с ростом численности населения: многодетностью и обусловленным ею дефицитом семейного бюджета, ростом цен на землю, соответствующим удорожанием жилищного строительства, ресурсов, всех систем жизнеобеспечения, а также с ростом непроизводительных расходов.

Сдвиг в пользу городского населения с ростом его численности сопровождается:

– изменением соотношения возрастных групп: омоложением населения, сопровождаемым ростом безработицы среди молодежи, преступности и общей социальной нестабильности;
– изменением соотношения полов в младших возрастных группах: число мальчиков превышает число девочек;
– изменением соотношения полов в старших возрастных

группах: снижением продолжительности жизни мужчин по сравнению с женщинами; увеличением числа одиноких женщин среднего и пожилого возраста.

Скученность населения ускоряет процесс загрязнения среды. Она провоцирует гормональные нарушения у человека, увеличивает степень конфликтности и агрессивности в семье и на производстве. Социально-психологические последствия скученности: - отчуждение, утрата социальной значимости личности, снижение ценности жизни, социальное безразличие и карьеризм (стремление обрести значимость любой ценой), саморазрушение (алкоголизм, наркомания, половые извращения, исключающие из репродуктивного процесса), преступность.

Демографическая емкость нашей планеты большинством экологов оценивается в 1,0–1,5 млрд человек (при идеальных общественно-экологических условиях). Фактическое ее население в конце XX в. вплотную приблизилось к рубежу в 6 млрд человек (по последним данным осенью 1999 г. этот рубеж был преодолен). Сегодня Земля, по оценкам специалистов, перенаселена не менее чем в 3 раза. Однако рост населения, по мнению ученых, будет продолжаться, так как пищевые ресурсы, вопреки регионально существующему голоду и недоеданию, достаточны для жизни более 15 млрд человек.

Так называемый демографический переход, знаменующий начало снижения числа жителей Земли, произойдет по современным прогнозам не ранее середины XXI в., когда популяция людей может достигнуть 12 млрд человек. Десятикратное превышение оптимума численности населения в соответствии с емкостью Земли чревато включением так называемых экологических факторов, зависящих от плотности населения. Высокая численность населения и его подвижность способствуют распространению опасных для здоровья и жизни людей болезней. Теоретически вероятны шквалы заболеваний, например, пандемии гриппа, неконтролируемое лавинообразное распространение ВИЧ-инфекции и др. Многие специалисты отмечают: чем выше будет численность и плотность населения, хуже состояние общего здоровья, тем катастрофичнее будут последствия эпидемий и пандемий.

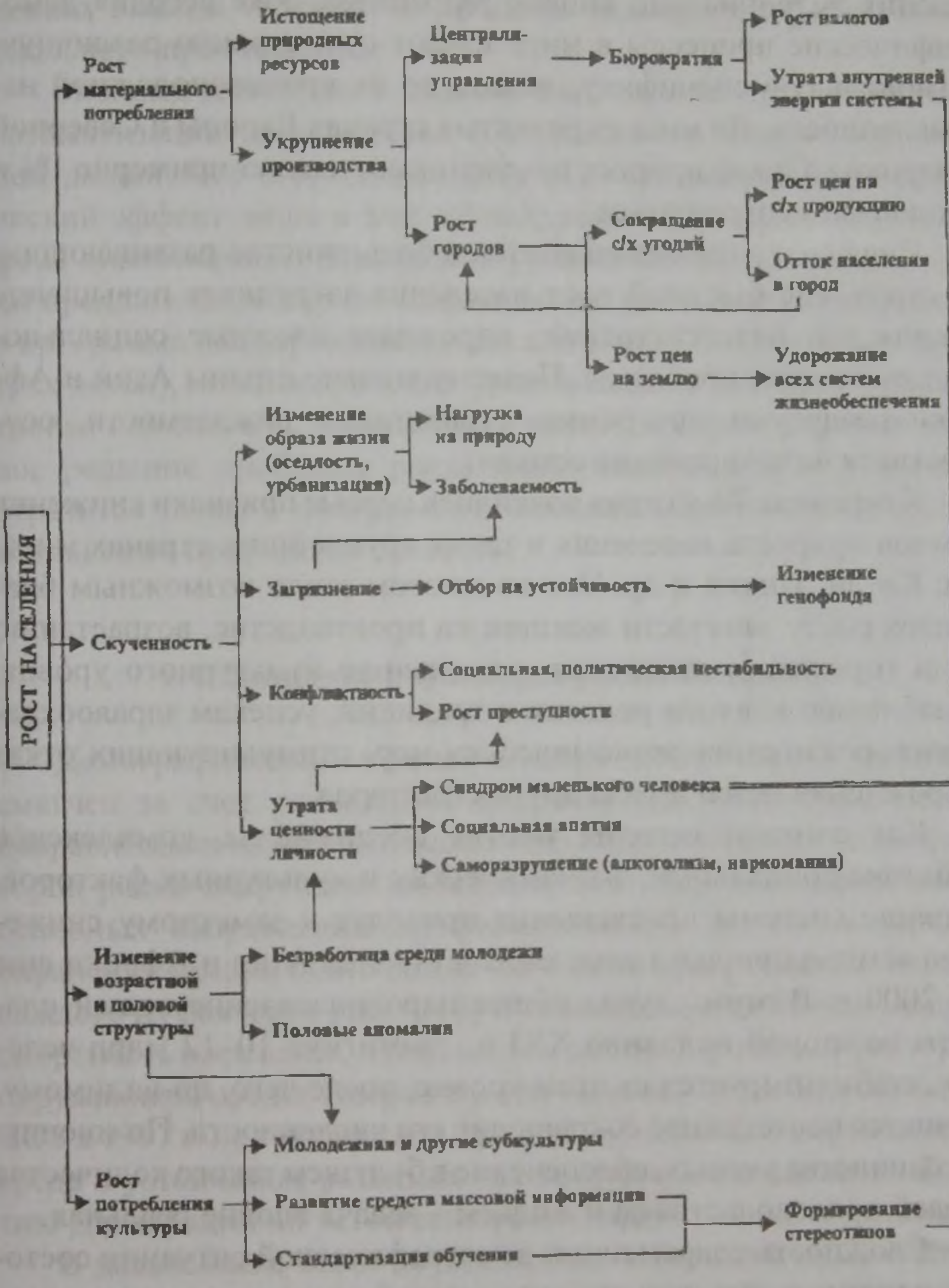


Рис. 10. Последствия роста населения (по В. А. Красилову)

Подобное развитие событий отнюдь не обязательно, если будут учтены экологические закономерности и ограничения, если человечество вложит значительные силы и средства в сферу оптимизации своего воспроизводства. Проблема народона-

селения потенциально вполне разрешима. Уже сегодня демографические процессы в мире имеют существенно различную региональную специфику, вплоть до их противоположной направленности. Во многих развитых странах Европы и Северной Америки годовой прирост населения составляет примерно 1% и продолжает сокращаться.

Иная ситуация складывается в большинстве развивающихся стран, где быстрый рост населения затрудняет повышение уровня его благосостояния, порождает сложные социально-экономические проблемы. Поэтому многие страны Азии и Африки реализуют программы ограничения рождаемости, осуществляя «планирование семьи».

К середине 70-х годов появились первые признаки снижения темпов прироста населения в таких крупнейших странах мира, как Китай, Индия и др. Это во многом стало возможным благодаря росту занятости женщин на производстве, возрастанию доли городского населения, повышению культурного уровня, ослаблению влияния религии и традиций, успехам здравоохранения, реализации экономических мер, стимулирующих отказ от рождения детей и ряда других факторов.

Как считают сегодня многие специалисты, комплексное действие социальных, экономических и культурных факторов, влияние системы просвещения приведут к заметному снижению темпов прироста населения в странах Азии и Африки еще до 2000 г. В этом случае общее народонаселение нашей планеты во второй половине XXI в., достигнув 10–12 млрд человек, стабилизируется на этом уровне, после чего, по-видимому, начнется постепенное сокращение его численности. По мнению большинства ученых, обеспечение в будущем такого количества людей продовольствием и жильем – задача вполне реальная.

Сложность современной демографической ситуации состоит, однако, в том, что экономически большинство стран мира с капиталистической рыночной экономикой по-прежнему заинтересовано в росте численности населения, в своеобразном «расширенном воспроизводстве» рабочей силы. Необходимо отметить в связи с этим, что существенный прогресс в деле оптимизации процесса воспроизводства населения достижим лишь при сокращении потребности в трудовых ресурсах в ус-

ловиях вывода человека из процесса непосредственного материального производства.

Экономический рост должен идти за счет механизации и автоматизации производства с сокращением числа занятых в нем людей. Все это, однако, даст положительный демографический эффект лишь в том случае, если будет происходить на фоне планомерного повышения уровня жизни населения. Среди предлагаемых мер по сдерживанию роста народонаселения – программа планирования семьи в странах Юга (не более двух-трех детей), повышение в них уровня занятости и культуры, активная помощь со стороны более развитых стран. Положительное решение проблемы роста народонаселения благоприятно отразится также и на взаимоотношениях общества и природы, сохранении природных богатств.

9.4. Здоровье и факторы риска болезней

Демографический кризис в мире может быть частично смягчен за счет реализации профилактических мероприятий, направленных на минимизацию воздействия тех или иных факторов риска смертности населения. Поэтому для определения основных направлений профилактической политики здравоохранения чрезвычайно важна оценка количественного вклада каждого из факторов риска, обуславливающих дополнительную смертность населения, в том числе и неблагоприятных факторов окружающей среды. Впервые такой мировой опыт был обобщен ВОЗ в 1997 г. при подготовке Доклада «Здоровье и окружающая среда в устойчивом развитии» на саммите, посвященным 5-летию Декларации об устойчивом развитии.

В дальнейшем были опубликованы количественные оценки различных факторов окружающей среды: инфекционных агентов, пожаров, падений, нападений животных; различных экстремальных климатических факторов (жары, наводнений, штормов, тайфунов), дорожно-транспортных происшествий (ДТП), недостаточности питания, алкоголя, курения, незащищенного секса.

Обобщение результатов эпидемиологических работ по факторам риска выполнено коллективом авторов Гарвардской шко-

лой общественного здоровья, ВОЗ и Всемирного банка и ими введено понятие «глобального бремени болезней». Наряду с глобальными оценками приведены и региональные оценки факторов риска для различных эпидемиологических субрегионов мира.

Казахстан входит в субрегион EUR-C наряду с Украиной, Белоруссией, Молдавией, Россией, странами Балтии. Для оценки влияния неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье авторами этих работ использовано понятие «экологическое (environmental) бремя болезней» и «экологический вклад» в глобальное бремя болезней и рассчитаны эти вклады для разных регионов мира. Глобальные риски установлены на основании аналитических эпидемиологических работ и поэтому они учитывают «чистый» вклад влияния того или иного фактора, так как элиминировано влияние мешающих (по другой терминологии – смешивающих) факторов.

В таблице 16 приведены глобальные оценки некоторых факторов, имеющих наибольшее значение для смертности населения мира. В расчет не включены факторы риска, имеющие наибольшее значение для смертности населения развивающихся стран: пневмония, корь, диарея, железодефицитная анемия беременных, малый вес новорожденных, дефицит витамина А в питании детей и беременных, недостаток поступления цинка, инфицированное медицинское оборудование и инструмент; а также факторы, значение которых трудно оценить из-за отсутствия надежных отечественных аналитических эпидемиологических работ – избыточная масса тела, низкий уровень потребления фруктов и овощей, малая физическая активность. Однако, учитывая природные особенности страны, в таблицу добавлены такие важные для населения факторы риска, как низкая температура воздуха и радон, а также включены дорожно-транспортные происшествия, значения которых как факторов смертности чрезвычайно велико. Факторы риска сгруппированы в четыре основные группы, отражающие влияние: образа жизни; трех основных инфекционных заболеваний – туберкулеза, ВИЧ и малярии, включенных в специальную программу ООН; качества окружающей и производственной среды. Кроме того, для сравнения приведены такие распространенные смешанные (эндо и экзогенные) факторы риска как повышенное артериальное давление и повышенный холестерин.

16. Глобальные факторы риска для здоровья населения в мире*

Факторы риска	Причины смерти	Дополнительная смертность в мире, млн случаев в год и доля, %
1	2	3
Образ жизни		
Курение и пассивное курение	Рак легкого, полости рта, ХНЛЗ и др., БОД, ССБ, язва желудка	4,83 млн случаев – 5,3 % всего населения
Алкоголь	ССБ, рак пищевода, печени, рак, цирроз печени, гастриты, воздействие на плод, нарушения нервно-психического развития, различные хронические заболевания	2,9 млн случаев – 3,2% от всех случаев смертей
Наркотики	ВИЧ/СПИД, суицид, травма, гепатиты, нарушения психики, все случаи смерти	194 тысячи смертей от 4-х основных причин (передозировка наркотических веществ, СПИД, суицид, травма) или 0,24% от всех случаев смертей
Низкая физическая нагрузка	ИБС, стенокардия, диабет 2 типа, рак толстой кишки, молочной железы	3000 тысячи смертей – 3,3% от всех случаев смерти
Основные инфекционные заболевания		
ВИЧ/СПИД	ВИЧ/СПИД	Восточная Европа – 4 тысячи случаев смертей от СПИД
Туберкулез	Туберкулез	1566 тыс. случаев смертей или 2,7%

Продолжение таблицы

1	2	3
Факторы окружающей среды		
Загрязненный атмосферный воздух	Смертность от БОК и БОД, рака легкого, от острых респираторных инфекций у детей до 4 лет	В городах: PM – до 3% смертности от БОК и БОД у взрослых 5% смертности от рака трахеи, бронхов и легких 1% смертности детей от острых респираторных инфекций
Воздух помещений, загрязнения в результате сжигания твердого топлива (угля)	Острые инфекции нижних дыхательных путей у детей до 5 лет. Хронические обструктивные заболевания легких, рак легкого у взрослых старше 30 лет, бронхиальная астма, туберкулез, мертворождения, низкий вес новорожденных	До 1,6 млн смертей – 1,8% от общего числа смертей
Загрязненная и инфицированная вода, инфицированные продукты питания	Диарея, гепатит А, шистоматоз, тиф, холера, лихорадки, паразитозы	До 2 млн смертей в год от диареи – 2,9% от всех смертельных исходов
Свинец	Нарушения нервно-психического развития детей, снижение IQ, увеличение АД, анемия, влияние на ЖКТ	120 млн человек с содержанием Pb в крови – 5-10 мкг/дл; т.е. 40% обследованных детей с содержанием > 5 мкг/дл и 20% с содержанием>10мкг/дл.Изних97% живут в развивающихся странах. 229 тысяч смертей от ССБ – 0,3% от общего числа смертей

Окончание таблицы

1	2	3
Потепление климата	Смертность, связанная с высокой t воздуха, экстремальными погодными явлениями. Заболевания, связанные с загрязнением воздуха, воды и продуктов питания: малярия, клещевой энцефалит, диарея, геморрагические лихорадки, паразитозы	154 тысячи смертей – 0,2% от общего числа смертей
Факторы профессионального риска	Рак трахеи, бронхов, легких, лейкемия, мезотелиома; хронич. обструктивные заболевания легких, астма, пневмокониоз, травмы и др.	0,775 млн смертей или 0,85% от общего числа смертей
Факторы, не вошедшие в глобальную оценку		
ДТП	Смертельные исходы от травм	1,183 млн случаев, что составляет 1,3% от общего числа смертей****
Радон	Рак легкого	Нет оценок
Низкая температура воздуха	Обморожения	Нет оценок
Смешанные факторы риска		
Высокое артериальное давление	ИБС, гипертоническая болезнь и др., болезни сердечно-сосудистой системы	7,1 млн случаев – 7,8% от всех случаев смертей
Высокий холестерин – > 3,3 mmol/l	ИБС, другие причины смерти от БОК	4400 тысяч случаев – 4,8% от всех случаев смертей

*Comparative Quantification of Health Risks, 2004

В мире до 4,83 млн смертей (3,94–5,93 при доверительном интервале (ДИ) 95%) или 5,3% всех случаев смертельных исходов связано с курением. Из них 2,41 млн смертей (95%, ДИ 1,80–3,15) состоялись в развивающих странах и 2,48 млн (95%, ДИ 2,13–2,78) – в индустриальных странах. Дополнительные случаи смерти от курения характерны в основном для мужчин – 3,84 млн случаев и в 3 раза меньше – 1,10 млн случаев для женщин. Лидирующими причинами смерти вследствие курения являются болезни органов кровообращения (1,69 млн смертей или 35% табакозависимых заболеваний), хронические обструктивные заболевания органов дыхания (0,97 млн смертей или 20%) и рак легких (0,85 млн смертей или 17%).

Алкоголь рассматривают как один из основных внешних факторов риска, обуславливающих дополнительную смертность населения, и его доля в причинах смертности составляет 3,2%. Близкие оценки роли алкоголя получены в эпидемиологических исследованиях в Канаде 3,1–3,5%, США – 4,4% и Финляндии – 3,7%. По отдельным причинам смерти глобальная оценка от влияния алкоголя составляет – 50% от всех случаев острых отравлений, до 20% от злокачественных новообразований, до 15% – болезней органов кровообращения, 13% – цирроза. Кроме того, по данным эпидемиологического исследования, во Франции алкоголь является причиной 9% случаев ДТП, 8,5% – самоубийств, 1% – туберкулеза. Значительно более высокая оценка доли вклада алкоголизма на совершение самоубийств дана по Канаде – 30% и Чехии – 39%.

Потребление наркотиков в мире растет, но стабилизируется число больных наркоманией. Если использовать глобальные оценки смертности, то наркотики являются причиной 2,3–6,9 тысячи случаев смерти.

Три инфекционных заболевания – ВИЧ/СПИД, туберкулез и малярия являются одними из основных причин смертности в мире, и для их снижения создан специальный фонд ООН. В отсутствие масштабного использования соответствующей терапии может начаться массовая гибель людей с этим заболеванием, большинство из которых будут умирать от туберкулеза

и ожидаемая продолжительность жизни мужчин может сократиться на 4 года. Возможно, этот прогноз не оправдается, так как с 2003–2005 гг. происходит замедление темпов распространения этой инфекции. Смертность от туберкулеза постоянно возрастает. Кроме того, туберкулез является главной причиной смерти людей с ВИЧ.

Древнегреческий философ Фалес Милетский писал, что тот счастлив, кто здоров телом, восприимчив душой и податлив на воспитание.

В Уставе Всемирной организации здравоохранения говорится о высшем уровне здоровья как об одном из основных прав человека. Не менее важно право человека на информацию о тех факторах, которые определяют здоровье человека или являются факторами риска, т.е. их воздействие может привести к развитию болезни.

Одним из важнейщих приобретенных по наследству свойств здорового организма является постоянство внутренней среды. Это понятие ввел французский ученый Клод Бернар (1813–1878), считавший постоянство внутренней среды условием свободной и независимой жизни человека. Внутренняя среда образовалась в процесе эволюции. Она определяется, в первую очередь, составом и свойствами крови и лимфы.

Постоянство внутренней среды – замечательное свойство организма, которое в какой-то мере освободило его от физических и химических влияний внешней среды. Однако это постоянство – оно называется *гомеостазом* – имеет свои границы, определяемые наследственностью. А потому наследственность является одним из важнейших факторов здоровья.

Организм человека приспособлен к определенному качеству физических (температура, влажность, атмосферное давление), химических (состав воздуха, воды, пищи), биологических (разнообразные живые существа) показателей окружающей среды.

Если человек длительно находится в условиях, значительно отличающихся от тех, к которым он приспособлен, нарушается постоянство внутренней среды организма, что может повлиять на здоровье и нормальную жизнь.

В наш век человек, как и все живые организмы, подвержен внешним воздействиям, которые приводят к изменениям наследственных свойств. Эти изменения называются мутационными (мутациями). Особенно возросло количество мутаций за последнее время. Отклонения от определенных, привычных свойств окружающей среды можно отнести к факторам риска заболевания (смотри приложение). Итак, данные, приведенные в таблице 16, свидетельствуют о том, что заболеваемость и смертность связаны, прежде всего, с условиями среды и образом жизни людей.

Каждый из нас имеет право знать о всех экологических изменениях, происходящих и там, где он живет, и во всей стране. Мы должны знать все о пище, которую употребляем, о состоянии воды, которую пьем, а медики обязаны объяснить опасность жизни в зонах, зараженных радиацией. Человек должен осознавать грозящую ему опасность и, соответственно, действовать.

Для человека окружающей внешней средой является не только природа, но и общество. Поэтому социальные условия также влияют на состояние организма и его здоровье. Условия жизни и трудовой деятельности, а также характер и привычки человека формируют образ жизни каждого из нас. Образ жизни – культура питания, движения, профессия, использование свободного времени, творчество – влияет на духовное и физическое здоровье, укрепляя или разрушая его, продлевая или укорачивая жизнь.

Для растущего и формирующегося организма школьников особое значение имеет соблюдение режима дня (правильный распорядок учебного труда и отдыха, полноценный сон, достаточное пребывание на свежем воздухе). Итак, правильный образ жизни является фактором здоровья, а нездоровый – фактором риска.

Морально ответственный человек понимает необходимость следования нормам и правилам, запретам и предписаниям. Сознательное и ответственное отношение к здоровью должно стать нормой жизни и поведения каждого из нас.

В настоящее время хозяйственная деятельность человека все чаще становится основным источником загрязнения биосферы. В природную среду во все больших количествах попадают газообразные, жидкие и твердые отходы производств. Различные химические вещества, находящиеся в отходах, попадая в почву, воздух или воду, переходят по экологическим звеньям из одной цепи в другую, попадая в конце концов в организм человека.

На земном шаре практически невозможно найти место, где бы не присутствовали в той или иной концентрации загрязняющие вещества. Даже во льдах Антарктиды, где нет никаких промышленных производств, а люди живут только на небсльших научных станциях, ученые обнаружили различные токсичные (ядовитые) вещества современных производств. Они заносятся сюда потоками атмосферы с других континентов. Вещества, загрязняющие природную среду, очень разнообразны. В зависимости от своей природы, концентрации, времени действия на организм человека они могут вызвать различные неблагоприятные последствия. Кратковременное воздействие небольших концентраций таких веществ может вызвать головокружение, тошноту, першение в горле, кашель. Попадание в организм человека больших концентраций токсических веществ может привести к потере сознания, острому отравлению и даже смерти. Примером подобного действия могут быть смоги, образующиеся в крупных городах в безветренную погоду, или аварийные выбросы токсичных веществ промышленными предприятиями в атмосферу.

Реакции организма на загрязнения зависят от индивидуальных особенностей: возраста, пола, состояния здоровья. Как правило, более уязвимы дети, пожилые и престарелые, больные люди.

При систематическом или периодическом поступлении организм сравнительно небольших количеств токсичных веществ происходит хроническое отравление.

Признаком хронического отравления является нарушение нормального поведения, привычек, а также нейропсихического

отклонения: быстрое утомление или чувство постоянной усталости, сонливость или, наоборот, бессонница, апатия, ослабление внимания, рассеянность, забывчивость, сильные колебания настроения.

При хроническом отравлении одни и те же вещества у разных людей могут вызывать различные поражения почек, кроветворных органов, нервной системы, печени.

Сходные признаки наблюдаются и при радиоактивном загрязнении окружающей среды.

Так, в районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате Чернобыльской катастрофы, заболеваемость среди населения, особенно, детей, увеличилась во много раз.

Медики установили прямую связь между ростом числа людей, болеющих аллергией, бронхиальной астмой, раком, и ухудшением экологической обстановки в данном регионе. Достоверно установлено, что такие отходы производства, как хром, никель, бериллий, асбест, многие ядохимикаты, являются канцерогенами, т.е. вызывающие раковые заболевания. Еще в прошлом веке рак у детей был почти неизвестен, а сейчас он встречается все чаще и чаще. В результате загрязнения появляются новые, неизвестные ранее болезни. Причины их бывает очень трудно установить.

Огромный вред здоровью человека наносит курение. Курильщик не только сам вдыхает вредные вещества, но и загрязняет атмосферу, подвергает опасности других людей. Установлено, что люди, находящиеся в одном помещении с курильщиком, вдыхают даже больше вредных веществ, чем он сам.

Кроме химических загрязнителей, в природной среде встречаются и биологические, вызывающие у человека различные заболевания. Это болезнетворные микроорганизмы, вирусы, гельминты, простейшие. Они могут находиться в атмосфере, воде, почве, в теле других живых организмов, в том числе и в самом человеке.

Наиболее опасны возбудители инфекционных заболеваний. Они имеют различную устойчивость в окружающей среде. Одни способны жить вне организма человека всего несколько

часов; находясь в воздухе, в воде, на разных предметах, они быстро погибают. Другие могут жить в окружающей среде от нескольких дней до нескольких лет. Для третьих окружающая среда является естественным местом обитания. Для четвертых – другие организмы, например, дикие животные, являются местом сохранения и размножения.

Часто источником инфекции является почва, в которой постоянно обитают возбудители столбняка, ботулизма, газовой гангрены, некоторых грибковых заболеваний. В организм человека они могут попасть при повреждении кожных покровов, с немытыми продуктами питания, при нарушении правил гигиены.

Болезнетворные микроорганизмы могут проникнуть в грунтовые воды и стать причиной инфекционных болезней человека. Поэтому воду из артезианских скважин, колодцев, родников необходимо перед питьем кипятить.

Особенно загрязненными бывают открытые источники воды: реки, озера, пруды. Известны многочисленные случаи, когда загрязненные источники воды стали причиной эпидемий холеры, брюшного тифа, дизентерии.

При воздушно-капельной инфекции заражение происходит через дыхательные пути при вдыхании воздуха, содержащего болезнетворные микроорганизмы.

К таким болезням относятся грипп, коклюш, свинка, дифтерия, корь и другие. Возбудители этих болезней попадают в воздух при кашле, чихании и даже при разговоре больных людей.

Особую группу составляют инфекционные болезни, передающиеся при тесном контакте с больным или при пользовании его вещами, например, полотенцем, носовым платком, предметами личной гигиены и другими, бывшими в употреблении больного. К ним относятся венерические болезни (СПИД, сифилис, гонорея), трахома, сибирская язва, парша. Человек, вторгаясь в природу, нередко нарушает естественные условия существования болезнетворных организмов и становится сам жертвой природно-очаковых болезней.

Люди и домашние животные могут заражаться природно-очаковыми болезнями, попадая на территорию природного оча-

га. К таким болезням относят чуму, туляремию, сыпной тиф, клещевой энцефалит, малярию, сонную болезнь.

Особенностью природно-очаговых заболеваний является то, что их возбудители существуют в природе в пределах определенной территории вне связи с людьми или домашними животными. Одни паразитируют в организме диких животных-хозяев. Передача возбудителей от животных к животному и от животного к человеку происходит преимущественно через переносчиков, чаще всего – насекомых и клещей.

Возможны и другие пути заражения. Так, в некоторых жарких странах, а также в ряде районов нашей страны встречается инфекционное заболевание лептоспироз, или водяная лихорадка. Возбудитель этой болезни обитает в организмах полевок обыкновенных, широко распространенных в лугах около рек. Заболевание лептоспирозом носит сезонный характер, чаще наблюдается в период сильных дождей и в жаркие месяцы (июль – август).

Человек всегда жил в мире звуков и шума. Звуком называют такие механические колебания внешней среды, которые воспринимаются слуховым аппаратом человека (от 16 до 20000 колебаний в секунду). Колебания большей частоты называют ультразвуком, меньшей – инфразвуком. Шум – громкие звуки, слившиеся в нестройное звучание.

Для всех живых организмов, в том числе и человека, звук является одним из воздействий окружающей среды.

В природе громкие звуки редки, шум относительно слаб и непродолжителен. Сочетание звуковых раздражителей дает время животным и человеку, необходимое для оценки их характера и формирования ответной реакции. Звуки и шумы большой мощности поражают слуховой аппарат, нервные центры, могут вызвать болевые ощущения и шок.

Тихий шелест листвы, журчание ручья, птичьи голоса, легкий плеск воды и шум прибоя всегда приятны человеку. Они успокаивают его, снимают стрессы. Но естественные звучания голосов Природы становятся все более редкими, исчезают совсем или заглушаются промышленными транспортными и другими шумами.

Длительный шум неблагоприятно влияет на органы слуха, понижая чувствительность к звуку.

Уровень шума измеряется в единицах, выражающих степень звукового давления, децибелах. Это давление воспринимается не беспредельно. Уровень шума в 20–30 децибелов (ДБ) практически безвреден для человека, это естественный шумовой фон. Что же касается громких звуков, то здесь допустимая граница составляет примерно 80 децибелов. Звук в 130 децибелов уже вызывает у человека болевое ощущение, а 150 становится для него непереносимым. Недаром в средние века существовала казнь «под колокол». Гул колокольного звона мучил и медленно убивал осужденного.

Очень высок уровень и промышленных шумов. На многих работах и шумных производствах он достигает 90–110 децибелов и более. Не намного тише и у нас дома, где появляются все новые источники шума – так называемая бытовая техника.

В настоящее время ученые во многих странах мира ведут различные исследования с целью выяснения влияния шума на здоровье человека. Их исследования показали, что шум наносит ощутимый вред здоровью человека, но и абсолютная тишина пугает и угнетает его. Так, сотрудники одного конструкторского бюро, имевшего прекрасную звукоизоляцию, уже через неделю стали жаловаться на невозможность работы в условиях гнетущей тишины. Они нервничали, теряли работоспособность. И, наоборот, ученые установили, что звуки определенной силы стимулируют процесс мышления, в особенности, процесс счета.

Каждый человек воспринимает шум по-разному. Многое зависит от возраста, темперамента, состояния здоровья, окружающих условий.

Постоянное воздействие сильного шума может не только отрицательно повлиять на слух, но и вызвать другие вредные последствия – звон в ушах, головокружение, головную боль, повышение усталости. Очень шумная современная музыка также притупляет слух, вызывает нервные заболевания. Шум коварен, его вредное воздействие на организм совершается незри-

мо, незаметно. Нарушения в организме человека против шума практически беззащитен.

Несколько десятков лет назад практически никому и в голову не приходило связывать свою работоспособность, свое эмоциональное состояние и самочувствие с активностью Солнца, с фазами Луны, с магнитными бурями и другими космическими явлениями.

В любом явлении окружающей нас природы существует строгая повторяемость процессов: день и ночь, прилив и отлив, зима и лето. Ритмичность наблюдается не только в движении Земли, Солнца, Луны и звезд, но и является неотъемлемым и универсальным свойством живой материи, свойством, проникающим во все жизненные явления: от молекулярного уровня до уровня целого организма.

В ходе исторического развития человек приспособился к определенному ритму жизни, обусловленному ритмическими изменениями в природной среде и энергетической динамикой обменных процессов.

В настоящее время известно множество ритмических процессов в организме, называемых биоритмами. К ним относятся ритмы работы сердца, дыхания, биоэлектрической активности мозга. Вся наша жизнь представляет собой постоянную смену покоя и активной деятельности, сна и бодрствования, утомления от напряженного труда и отдыха. В организме каждого человека, подобно морским приливам и отливам, вечно царит великий ритм, вытекающий из связи жизненных явлений с ритмом Вселенной и символизирующий единство мира.

Центральное место среди всех ритмических процессов занимают суточные ритмы, имеющие наибольшее значение для организма. Реакция организма на любое воздействие зависит от фазы суточного ритма (то есть от времени суток). Эти знания вызвали развитие новых направлений в медицине: хронодиагностики, хронотерапии, хронофармакологии. Основу их составляет положение о том, что одно и то же средство в различные часы суток оказывает на организм различное, иногда прямо противоположное воздействие. Поэтому для получение боль-

шего эффекта важно указывать не только дозу, но и точное время приема лекарств.

Климат также оказывает серьезное воздействие на самочувствие человека, воздействуя на него через погодные факторы. Погодные условия включают в себя комплекс физических условий: атмосферное давление, влажность, движение воздуха, концентрацию кислорода, степень возмущенности магнитного поля Земли, уровень загрязнения атмосферы.

При резкой смене погоды снижается физическая и умственная работоспособность, обостряются болезни, увеличивается число ошибок, несчастных и даже смертных случаев.

Большинство физических факторов внешней среды, во взаимодействии с которыми эволюционировал человеческий организм, имеют электромагнитную природу.

Хорошо известно, что возле быстро текущей воды воздух освежает и бодрит. В нем много отрицательных ионов. По этой же причине нам представляется чистым и освежающим воздух после грозы.

Наоборот, воздух в тесных помещениях с обилием разного рода электромагнитных приборов насыщен положительными ионами. Даже сравнительно непродолжительное нахождение в таком помещении приводит к заторможенности, сонливости, головокружениям и головным болям. Аналогичная картина наблюдается в ветреную погоду, в пыльные и влажные дни. Специалисты в области экологической медицины считают, что отрицательные ионы положительно влияют на здоровье, а положительные – негативно.

Изменения погоды не одинаково сказываются на самочувствии разных людей. У здорового человека при изменении погоды происходит своевременное подстраивание физиологических процессов в организме к изменившимся условиям внешней среды. В результате усиливается защитная реакция и здоровые люди практически не ощущают отрицательного влияния погоды.

Человек всегда стремится в лес, в горы, на берег моря, реки или озера. Здесь он чувствует прилив сил, бодрости. Недаром говорят, что лучше всего отдыхать на лоне природы. Санатории,

дома отдыха строятся в самых красивых уголках. Это не случайность. Оказывается, что окружающий ландшафт может оказывать различное воздействие на психоэмоциональное состояние. Созерцание красот природы стимулирует жизненный тонус и успокаивает нервную систему. Растительные биоценозы, особенно, леса, оказывают сильный оздоровительный эффект.

Тяга к природным ландшафтам особенно сильна у жителей города. Еще в средние века было замечено, что продолжительность жизни горожан меньше, чем у сельских жителей. Отсутствие зелени, узкие улочки, маленькие дворы-колодцы, куда практически не проникал солнечный свет, создавали неблагоприятные условия для жизни человека. С развитием промышленного производства в городе и его окрестностях появилось огромное количество отходов, загрязняющих окружающую среду.

Разнообразные факторы, связанные с ростом городов, в той или иной мере сказываются на формировании человека, на его здоровье. Это заставляет ученых все серьезнее изучать влияние среды обитания на жителей городов. Оказывается, от того, в каких условиях живет человек, какая высота потолков в его квартире и настолько звукопроницаемы ее стены, как человек добирается до места работы, с кем он повседневно обращается, как окружающие люди относятся друг к другу, зависит настроение человека, его трудоспособность, активность – вся его жизнь.

В городах человек придумывает тысячи ухищрений для удобства своей жизни: горячую воду, телефон, различные виды транспорта, автодороги, сферу обслуживания и развлечений. Однако в больших городах особенно сильно проявляются и недостатки жизни: жилищная и транспортная проблемы, повышение уровня заболеваемости. Так, например, насыщение среды и производства скоростными и быстродействующими машинами повышает напряжение, требует дополнительных усилий от человека, что приводит к переутомлению.

Загрязненный воздух в городе, отравляя кровь окисью углерода, наносит некурящему человеку такой же вред, как и выкуривание курильщиком пачки сигарет в день. Серьезным отрицательным фактором в современных городах является так называемое шумовое загрязнение.

Учитывая способность зеленых насаждений благоприятно влиять на состояние окружающей среды, их необходимо максимально приближать к месту жизни, работы, учебы и отдыха людей.

Очень важно, чтобы город был биогеоценозом, пусть не абсолютно благоприятным, но хотя бы не вредящим здоровью людей. Пусть здесь будет зона жизни. Для этого необходимо решить массу городских проблем. Все предприятия, неблагоприятные в санитарном отношении, должны быть выведены за пределы городов.

Зеленые насаждения являются неотъемлемой частью комплекса мероприятий по защите и преобразованию окружающей среды. Они не только создают благоприятные микроклиматические и санирно-гигенические условия, но и повышают художественную выразительность архитектурных ансамблей.

Особое место вокруг промышленных предприятий и автострад должны занимать защитные зеленые зоны, в которых рекомендуется высаживать деревья и кустарники, устойчивые к загрязнению.

При размещении зеленых насаждений необходимо соблюдать принцип равномерности и непрерывности для обеспечения поступления свежего загородного воздуха во все жилые зоны города. Важнейшими компонентами системы озеленения города являются насаждения в жилых микрорайонах, на участках детских учреждений, школ, спортивных комплексов и пр.

Городской ландшафт не должен быть однообразной каменной пустыней. В архитектуре города следует стремиться к гармоничному сочетанию аспектов социальных (здания, дороги, транспорт, коммуникации) и биологических (зеленые массивы, парки, скверы).

Современный город следует рассматривать как экосистему, в которой созданы наиболее благоприятные условия для жизни человека. Следовательно, это не только удобные жилища, транспорт, разнообразная сфера услуг. Это благоприятная для жизни и здоровья среда обитания; чистый воздух и зеленый городской ландшафт.

Не случайно, экологи считают, что в современном городе человек должен быть не оторван от природы, а как бы растворен в ней. Поэтому общая площадь зеленых насаждений в городах должна занимать больше половины его территории.

9.5. Тенденции и перспективы устойчивого развития Республики Казахстан

Устойчивое развитие РК формировалось как поэтапный процесс: в 1995 г. Указом Президента РК утверждена Концепция экологической безопасности, где впервые вводится термин устойчивое развитие, его цели и принципы.

В 1997 г. начат и в 1998 г. закончен Национальный план действий по охране окружающей среды для устойчивого развития (НПДООС/УР). В 2000 г. начала свою деятельность программа «Институциональное усиление для устойчивого развития».

За это время приняты основополагающие нормативно-правовые акты, национальные стратегии и программы, составляющие правовую базу устойчивого развития:

- Стратегия развития Казахстана до 2030 г.;
- Стратегический план развития до 2010 г.;
- Концепция экологической безопасности на 2004–2015 гг.;
- Стратегия территориального развития до 2015 г.;
- Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007–2024 гг.;
- Совет по устойчивому развитию РК;
- Фонд устойчивого развития «Казына».

Проблемы устойчивого развития занимают центральное место в долгосрочной программе развития республики, выдвинутой Н.А. Назарбаевым, «Стратегия – 2030». В стратегии развития выделены семь долгосрочных приоритетов, которые прямо или косвенно связаны с решением экологических проблем Казахстана.

Приоритет 1 предусматривает укрепление национальной безопасности, включая экологическую безопасность, исходя-

щую, например, от радиационного загрязнения некоторых районов республики.

Приоритет 2 направлен на создание внутриполитической стабильности в стране. В этот приоритет включаются и некоторые проблемы социальной экологии, изучающие вопросы отношения человека не только к внешней среде, но и друг к другу и к обществу.

Приоритет 3 – достижение долгосрочного и устойчивого экономического роста, базирующего на принципах рыночной экономики. При этом нынешняя экономика, основанная на ресурсах, должна переходить в экономику, основанную на знаниях.

Приоритет 4 – достижение экологического благополучия граждан на основе здорового образа жизни и всесторонней образованности.

Приоритет 5 – рациональное использование энергетических ресурсов (нефть, газ, уголь) для роста экономики республики.

Приоритет 6 – развитие инфраструктуры, транспорта и связи на территории республики.

Приоритет 7 – профессиональное государство, основанное на высоком уровне образованности и на базе развитой экономики.

Для Казахстана переход к устойчивому развитию является насущной необходимостью. К началу экономических реформ казахстанская экономика оказалась структурно деформированной и неэффективной. Ее негативное воздействие на окружающую среду (в расчете на единицу производимого продукта) существенно выше, чем в технологически развитых странах. Значительная часть основных производственных фондов не отвечает современным экологическим требованиям, имеются территории, характеризующиеся как экологически неблагополучные.

Устойчивое развитие необходимо для достижения целей Стратегии развития Казахстана до 2030 г., кроме того, принцип устойчивого развития заложен в основу стратегии вхождения Казахстана в число пятидесяти наиболее конкурентоспособных стран мира.

Переход к устойчивому развитию должен обеспечить на перспективу сбалансированное решение проблем социально-экономического развития и сохранение благоприятной окружающей среды, удовлетворение потребностей настоящих и будущих поколений людей. При этом подразумевается решение ряда *принципиальных задач:*

– обеспечить стабилизацию экономической ситуации в стране;
– добиться коренного улучшения состояния окружающей среды за счет экологизации экономической деятельности в рамках институционных и структурных преобразований, позволяющих обеспечить становление новой модели хозяйствования и широкое распространение экологически ориентированных методов управления;
– ввести хозяйственную деятельность в пределы емкости экосистем на основе массового внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий, целенаправленных изменений структуры экономики, структуры личного и общественного потребления.

Переход Казахстана к обществу устойчивого развития – это прежде всего создание нового образа мышления, нового сознания в его обществе. Только это вместе с социально-экономическими ориентациями на высокое качество жизни и устойчивое развитие, включая экологическую безопасность, обеспечит переход Казахстана к новой цивилизации.

Существует точка зрения, что развивающимся странам, особенно тем, кто имеет целый ряд кризисных экономических и социальных проблем, трудно строить свои стратегии на принципах УР, так как для отсутствуют необходимые для этого финансовые, культурные, организационно-управленческие и иные условия.

Казахстан, возможно, уже начал доказывать обратное – именно стратегия устойчивого развития помогает справиться и с инфляцией, и с долгами, и с бюджетным дефицитом и с другими проблемами.

Оценивая прогресс УР, важно не допустить традиционную ошибку, отождествляя с ним улучшение внешних факторов.

Критерием прогресса УР не могут служить только предметные экологические, социальные и экономические индикаторы (состояние природных ресурсов, заболеваемость, смертность, эргономичность труда и др.), более важными являются институциональные показатели, создающие инструменты и возможности улучшения среды и устраняющие первопричины проблем.

Важно выявить тенденции развития общества, его потребности, способности к развитию, спрогнозировать сценарии и варианты событий.

В силу объективных и субъективных факторов состояние окружающей среды в целом не улучшилось, хотя темпы загрязнений снизились. При этом потенциал экологической и социальной деятельности ежегодно растет, что в скором времени приведет к тенденциям улучшения среды. (Как писал Гегель, средство оказывается нередко важнее цели.)

Так, число и объем реализуемых экологических проектов ежегодно значительно возрастает, расширяется доля тематики УР в информационном пространстве, появляются новые организационные структуры и институты (экологические сайты и форумы в Интернет, экологическое образование, экоаудит, общества защиты прав потребителей), в три раза возросло число производственных проектов, прошедших экологическую экспертизу (ОВОС), в два раза увеличилась площадь особо охраняемых территорий.

Действует национальная программа формирования здорового образа жизни.

Создано гендерное бюро ООН по реализации Пекинской платформы действий, Национальная комиссия по делам семьи и женщин при Главе государства. Республика присоединилась к Конвенции ООН «О ликвидации всех форм дискриминации в отношении женщин». В настоящее время готовятся к ратификации еще 5 конвенций. Среди них: «О равном вознаграждении мужчин и женщин за труд равной ценности», «О минимальном возрасте для приема на работу» и другие. В целях достижения гендерного баланса в обществе начата гендерная экспертиза всего национального законодательства, а также разработка про-

ектов закона о равных правах и возможностях, закона «О бытовом насилии».

Новой финансовой структурой, отвечающей задачам УР, является Национальный фонд Казахстана, аккумулирующие доходы от продажи нефти и других ресурсов для приоритетных программ и для будущих нужд развития.

Трансформируется правовая и институциональная система, осуществляется структурная перестройка. Созданы Агентство по стратегическому планированию, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Национальный экологический центр устойчивого развития, Межведомственный координационный центр по вопросам изменения климата.

Разработаны и приняты основополагающие стратегические документы РК определяющие развитие страны и основывающиеся на принципах устойчивого развития.

С приобретением независимости усилился процесс самоопределения казахстанского народа, родилось собственное лицо со своим особенным менталитетом, внешней и внутренней политикой.

Процесс устойчивого развития в Казахстане имеет целый ряд **специфичных особенностей.**

Первым крупным политическим шагом нового государства было закрытие Семипалатинского ядерного полигона и отказ от ядерного оружия. Это стало важнейшим вкладом страны в глобальный процесс устойчивого развития. Развитием этой инициативы стало предложение Президента РК на 47-ой сессии Генеральной Ассамблее ООН о создании системы коллективной безопасности и сотрудничества в Азии, аналогичной системе ОБСЕ на основе созыва Совещания по взаимодействию и мерам доверия в Азии (СВМДА).

Казахстанской внешней и внутренней политике присущ с самого начала системный и диалектический подход. В концептуальных и стратегических документах РК, в работах и выступлениях А.Н. Назарбаева широко используются понятия, принципы и методические подходы устойчивого развития. Долгосрочная Стратегия развития РК – 2030, призванная сбаланси-

ровать интересы и ресурсы нынешних и будущих поколений, воплощает в себе методологию стратегического планирования и современную парадигму устойчивого управления государством: индикативное планирование, децентрализация государственных полномочий, приоритетное развитие социального партнерства и консенсуса, обеспечение политической стабильности, гармонизация личных и государственных интересов.

Деятельность доноров, проведение многочисленных семинаров, конференций и форумов помогли изменить менталитет и систему понятий управленческой и интеллектуальной элиты, правовых институтов и широкой общественности, а также расширить сеть общественных институтов. Возрастание роли глобального партнерства не связано только с проблемами финансового обеспечения реформ, а является показателем активного участия Казахстана в процессах глобализации, глобальной демократии.

В настоящее время Казахстан находится на второй условной стадии использования мировой помощи развитию, которая характеризуется избирательным выбором международной помощи и интеллектуальным партнерством на паритетных началах.

Важнейшим результатом первой стадии стало формирование института национальных экспертов, работающих по международным стандартам. К будущей третьей стадии можно отнести формирование института международных и глобальных НПО, в том числе имеющих консультативный статус при ООН.

Партнерство государства и гражданского общества с международными организациями и донорами имеет исключительно важное значение в интеллектуальной, технической и финансовой поддержке УР в РК.

ООН были поддержаны важнейшие для УР проекты, такие как «реформа управления и эффективное государство», подготовка отчетов о человеческом развитии, «усиление потенциала законодательства», «Redefining the Role of Government» («переоценка роли правительства»), «помощь правительству Казахстана в поддержке координации и управления».

Казахстан постоянно участвует в международных форумах по окружающей среде и развитию, вступил во все основные

международные организации, такие как Комиссия устойчивого развития ООН, ЕЭК ООН, ЭСКАТО и др., а также активно инициирует соглашения на двухсторонней и многосторонней основе. Казахстан активно участвует в конвенционном процессе. Были ратифицированы Конвенция по биоразнообразию (1994 г.), Рамочная конвенция ООН по изменению климата (1995 г.), трансграничные Конвенции ЕЭК ООН (2000 г.), всего около 20 экологических конвенций и соглашений.

Политическая стабильность, сбалансированная внешняя политика, устойчивое место в мировом политическом пространстве. Гарантом этого могут служить дружественные отношения с активно конкурирующими в регионе странами, а также то, что Казахстан является членом важнейших международных организаций и участником программ ООН, МВФ, ВБ, ЮНЕП, ЕЭК, ЭСКАТО.

В Казахстане поддерживается высокий уровень общественной безопасности, отсутствуют приграничные, межгосударственные и межнациональные конфликты, прецеденты международного терроризма. В стране своевременно пресечено распространение исламского фундаментализма.

Полиэтничность культур и вероисповедования, которая в ряде стран явилась фактором неустойчивости, в Казахстане стала фактором устойчивости и дружбы с другими странами.

Высокий темп рыночных реформ и приватизации, что до сих пор имело негативное влияние на социальную и экономическую сферу. Тем не менее, это создало предпосылки для адаптации к процессу глобализации, международному диалогу, повысило гибкость общественных институтов к переменам.

Наличие стимулов перехода к устойчивому развитию – высокий перспективный экономический потенциал экологически-ориентированной деятельности. Огромные территории имеют малую плотность населения и достаточную экологическую емкость, а многие деградирующие экосистемы могут быть восстановлены на основе новых технологий. Например, потенциал развития туризма только в Или-Балхашском бассейне, включая Алмагинскую область, составляет 5 млрд долл. в год. За счет

транспортных коридоров между Тихим океаном и Европой, можно получать порядка 40 млрд долл. в год.

Стратегическая ориентация страны на развитие туризма и выгодное транспортно-географическое положение вынуждает переходить к комплексу международных стандартов: высокой культуры обслуживания, сервиса, эффективного правообеспечения, безопасности, благоприятного качества окружающей среды, институтам страхования, упрощениям бюрократических процедур, визового режима и т.д.

Растет общественный интеллект и менталитет, воспитанный духовными и патриотическими традициями Аблай-Хана, Казыбек би, Абая, Ч. Валиханова, Джамбула. Патриотизм всегда предполагает любовь к родному краю, природе и заботу о будущих поколениях. Кочевой образ жизни предков сформировал коммуникабельность, дипломатичность, гармонию с природой, высокую адаптацию и выживаемость.

Необходимо отметить рост менталитета властных структур, уровня подготовки законов и управленческих решений, а также активизацию политики усиления кадрового менеджмента и реформирования государственного управления.

Достигнут определенный прогресс потенциала экологической деятельности (программа институционального усиления для устойчивого развития с собственным штатом, два центра чистых производств, множество экологических фирм, создан комитет по вопросам экологии и природопользования Мажилиса Парламента РК, растет количество публикаций, изданий, сайтов по тематике устойчивого развития и окружающей среды, зарегистрированы свыше ста активных экологических НПО).

Движение НПО и общественных организаций, включая экологическое, зародившееся в Республике Казахстан в начале 90-х годов, играет особую роль в становлении гражданского общества. Сегодня в стране существует несколько тысяч НПО и более 300 из них имеют экологическую направленность.

Глобализация экологической политики, демократизация общества, подписание и ратификация Орхусской Конвенции Казахстаном – это новый этап развития Республики при непосред-

ственном участии общественных экологических НПО. Конвенция является важным элементом осуществления Повестки дня на XXI век, и ее реализация будет способствовать дальнейшему усилению процесса демократизации и устойчивого развития.

К своеобразной парадоксальной предпосылке УР можно отнести наличие экологических и социальных кризисных явлений, активизирующих общественное сознание к переходу на принципы устойчивой жизнедеятельности: ускоренное сокращение горных ледников питающих реки, загрязнение и подъем уровня Каспия, обмеление Арала и Балхаша, процессы опустынивания, эрозии и засоления земель, бесконтрольные лесные вырубки и пожары, неизученные последствия деятельности на многочисленных военных полигонах, резкое ухудшение качества питьевой воды, физический износ оборудования большинства энергетических систем, урбанизация и многие другие факторы, взаимодействуя с мировым системным кризисом и острой конкурентной геополитической борьбой в центрально-азиатском регионе, могут привести через ряд лет к социально-экономическому и политическому самоуничтожению.

Глава 10

ВСЕОБЩАЯ ДЕКЛАРАЦИЯ ПРАВ ЧЕЛОВЕКА

Всеобщая декларация прав человека была принята на третьей сессии Генеральной Ассамблеи ООН резолюцией 217 А (III) (Международный пакт о правах человека) от 10 декабря 1948 г. Декларация определяет *базовые права человека.*

Главой комитета по разработке Декларации была Элеонора Рузвельт из США, её заместителем – Чжан Пэнчунь из Китая. В комитет также входили будущий глава ЕСПЧ и нобелевский лауреат Рене Кассен из Франции, советский посол Александр Богомолов, глава отдела ООН по правам человека канадец Джон Питер Хампрей; всего комитет состоял из девяти человек.

Декларация имеет только статус рекомендации, но на её основании были приняты два обязательных для участников договора: **Международный пакт о гражданских и политических правах** и **Международный пакт об экономических, социальных и культурных правах.** Отдельные положения декларации, такие как запрет пыток и рабства, являются обязательными нормами *ius cogens*; в отдельных странах Декларация признается частично.

Этот документ был переведен на множество языков мира (более 350 в 2009 г.). Элеонора Рузвельт назвала Декларацию «Великой хартией вольностей» для всего человечества (поэтому Декларацию иногда называют Хартией прав человека). В 1950 г. ООН учредила праздник *День прав человека,* отмечаемый в день принятия Декларации.

Голосование за декларацию осуществлялось постатейно. При этом 23 из 31 статей проекта декларации были приняты единогласно. По результатам обсуждения, ст. 3 проекта декларации была объединена со ст. 2. В ходе обсуждения и постатейного голосования выявилось противостояния западных стран и стран советского блока. Глава советской делегации в ООН А.Я. Вышинский отзывался о декларации следующим образом: «Не-

смотря на некоторые свои достоинства, этот проект имеет ряд крупных недостатков, главный из которых заключается в его формально-юридическом характере и отсутствии в этим проекте каких-бы то ни было мероприятий, которые были бы способны содействавать осуществлению провозглашенных в этом проекте основных свобод и прав человека».

Всеобщая декларация прав человека в окончательной редакции была поддержана 48 странами на 183-м пленарном заседании Генеральной Ассамблеи ООН. Комиссию по правам человека сменил *Совет по правам человека ООН.*

Декларация не носит обязательного характера для стран-участников. Фундаментальный принцип Всеобщая декларация прав человека заключается в том, что права личности основаны на врожденном достоинстве каждого человека. Достоинство, право на свободу и равенство неоспоримы.

10.1. Основные положения Всеобщей декларации прав человека

Преамбула

Принимая во внимание, что признание достоинства, присущего всем членам человеческой семьи, и равных и неотъемлемых прав их является основой свободы, справедливости и всеобщего мира; и

- принимая во внимание, что пренебрежение и презрение к правам человека привели к варварским актам, которые возмущают совесть человечества, и что создание такого мира, в котором люди будут иметь свободу слова и убеждений и будут свободны от страха и нужды, провозглашено как высокое стремление людей; и
- принимая во внимание, что необходимо, чтобы права человека охранялись властью закона в целях обеспечения того, чтобы человек не был вынужден прибегать, в качестве последнего средства, к восстанию против тирании и угнетения; и

- принимая во внимание, что необходимо содействовать развитию дружественных отношений между народами; и
- принимая во внимание, что народы Объединенных Наций подтвердили в Уставе свою веру в основные права человека, в достоинство и ценность человеческой личности и в равноправие мужчин и женщин и решили содействовать социальному прогрессу и улучшению условий жизни при большей свободе; и
- принимая во внимание, что государства-члены обязались содействовать, в сотрудничестве с Организацией Объединенных Наций, всеобщему уважению и соблюдению прав человека и основных свобод; и
- принимая во внимание, что всеобщее понимание характера этих прав и свобод имеет огромное значение для полного выполнения этого обязательства, Генеральная Ассамблея, провозглашает настоящую Всеобщую декларацию прав человека в качестве задачи, к выполнению которой должны стремиться все народы и государства с тем, чтобы каждый человек и каждый орган общества, постоянно имея в виду настоящую Декларацию, стремились путем просвещения и образования содействовать уважению этих прав и свобод и обеспечению, путем национальных и международных прогрессивных мероприятий, всеобщего и эффективного признания и осуществления их как среди народов государств-членов Организации, так и среди народов территорий, находящихся под их юрисдикцией.

Статья 1

Все люди рождаются свободными и равными в своем достоинстве и правах. Они наделены разумом и совестью и должны поступать в отношении друг друга в духе братства.

Статья 2

Каждый человек должен обладать всеми правами и всеми свободами, провозглашенными настоящей Декларацией, без ка-

кого бы то ни было различия, как-то в отношении расы, цвета кожи, пола, языка, религии, политических или иных убеждений, национального или социального происхождения, имущественного, сословного или иного положения. Кроме того, не должно проводиться никакого различия на основе политического, правового или международного статуса страны или территории, к которой человек принадлежит, независимо от того, является ли эта территория независимой, подопечной, несамоуправляющейся или как-либо иначе ограниченной в своем суверенитете.

Статья 3

Каждый человек имеет право на жизнь, на свободу и на личную неприкосновенность.

Статья 4

Никто не должен содержаться в рабстве или в подневольном состоянии; рабство и работорговля запрещаются во всех их видах.

Статья 5

Никто не должен подвергаться пыткам или жестоким, бесчеловечным или унижающим его достоинство обращению и наказанию.

Статья 6

Каждый человек, где бы он ни находился, имеет право на признание его правосубъектности.

Статья 7

Все люди равны перед законом и имеют право, без всякого различия, на равную защиту закона. Все люди имеют право на равную защиту от какой бы то ни было дискриминации, нарушающей настоящую Декларацию, и от какого бы то ни было подстрекательства к такой дискриминации.

Статья 8

Каждый человек имеет право на эффективное восстановление в правах компетентными национальными судами в случаях

нарушения его основных прав, предоставленных ему конституцией или законом.

Статья 9

Никто не может быть подвергнут произвольному аресту, задержанию или изгнанию.

Статья 10

Каждый человек, для определения его прав и обязанностей и для установления обоснованности предъявленного ему уголовного обвинения, имеет право, на основе полного равенства, на то, чтобы его дело было рассмотрено гласно и с соблюдением всех требований справедливости независимым и беспристрастным судом.

Статья 11

1. Каждый человек, обвиняемый в совершении преступления, имеет право считаться невиновным до тех пор, пока его виновность не будет установлена законным порядком путем гласного судебного разбирательства, при котором ему обеспечиваются все возможности для защиты.

2. Никто не может быть осужден за преступление на основании совершения какого-либо деяния или за бездействие, которые во время их совершения не составляли преступления по национальным законам или по международному праву. Не может также налагаться наказание более тяжкое, нежели то, которое могло быть применено в то время, когда преступление было совершено.

Статья 12

Никто не может подвергаться произвольному вмешательству в его личную и семейную жизнь, произвольным посягательствам на неприкосновенность его жилища, тайну его корреспонденции или на его честь и репутацию. Каждый человек имеет право на защиту закона от такого вмешательства или таких посягательств.

Статья 13

1. Каждый человек имеет право свободно передвигаться и выбирать себе местожительство в пределах каждого государства.

2. Каждый человек имеет право покидать любую страну, включая свою собственную, и возвращаться в свою страну.

Статья 14

1. Каждый человек имеет право искать убежища от преследования в других странах и пользоваться этим убежищем.

2. Это право не может быть использовано в случае преследования, в действительности основанного на совершении неполитического преступления, или деяния, противоречащего целям и принципам Организации Объединенных Наций.

Статья 15

1. Каждый человек имеет право на гражданство.

2. Никто не может быть произвольно лишен своего гражданства или права изменить свое гражданство.

Статья 16

1. Мужчины и женщины, достигшие совершеннолетия, имеют право без всяких ограничений по признаку расы, национальности или религии вступать в брак и основывать свою семью. Они пользуются одинаковыми правами в отношении вступления в брак, во время состояния в браке и во время его расторжения.

2. Брак может быть заключен только при свободном и полном согласии обеих вступающих в брак сторон.

3. Семья является естественной и основной ячейкой общества и имеет право на защиту со стороны общества и государства.

Статья 17

1. Каждый человек имеет право владеть имуществом как единолично, так и совместно с другими.

2. Никто не должен быть произвольно лишен своего имущества.

Статья 18

Каждый человек имеет право на свободу мысли, совести и религии; это право включает свободу менять свою религию или убеждения и свободу исповедовать свою религию или убеждения как единолично, так и сообща с другими, публичным или частным порядком в учении, богослужении и выполнении религиозных и ритуальных обрядов.

Статья 19

Каждый человек имеет право на свободу убеждений и на свободное выражение их; это право включает свободу беспрепятственно придерживаться своих убеждений и свободу искать, получать и распространять информацию и идеи любыми средствами и независимо от государственных границ.

Статья 20

1. Каждый человек имеет право на свободу мирных собраний и ассоциаций.

2. Никто не может быть принуждаем вступать в какую-либо ассоциацию.

Статья 21

1. Каждый человек имеет право принимать участие в управлении своей страной непосредственно или через посредство свободно избранных представителей.

2. Каждый человек имеет право равного доступа к государственной службе в своей стране.

3. Воля народа должна быть основой власти правительства; эта воля должна находить себе выражение в периодических и нефальсифицированных выборах, которые должны проводиться при всеобщем и равном избирательном праве путем тайного голосования или же посредством других равнозначных форм, обеспечивающих свободу голосования.

Статья 22

Каждый человек, как член общества, имеет право на социальное обеспечение и на осуществление необходимых для поддержания его достоинства и для свободного развития его личности прав в экономической, социальной и культурной областях через посредство национальных усилий и международного сотрудничества и в соответствии со структурой и ресурсами каждого государства.

Статья 23

1. Каждый человек имеет право на труд, на свободный выбор работы, на справедливые и благоприятные условия труда и на защиту от безработицы.

2. Каждый человек, без какой-либо дискриминации, имеет право на равную оплату за равный труд.

3. Каждый работающий имеет право на справедливое и удовлетворительное вознаграждение, обеспечивающее достойное человека существование для него самого и его семьи, и дополняемое, при необходимости, другими средствами социального обеспечения.

4. Каждый человек имеет право создавать профессиональные союзы и входить в профессиональные союзы для защиты своих интересов.

Статья 24

Каждый человек имеет право на отдых и досуг, включая право на разумное ограничение рабочего дня и на оплачиваемый периодический отпуск.

Статья 25

1. Каждый человек имеет право на такой жизненный уровень, включая пищу, одежду, жилище, медицинский уход и необходимое социальное обслуживание, который необходим для поддержания здоровья и благосостояния его самого и его семьи, и право на обеспечение на случай безработицы, болезни, инвалидности, вдовства, наступления старости или иного слу-

чая утраты средств к существованию по не зависящим от него обстоятельствам.

2. Материнство и младенчество дают право на особое попечение и помощь. Все дети, родившиеся в браке или вне брака, должны пользоваться одинаковой социальной защитой.

Статья 26

1. Каждый человек имеет право на образование. Образование должно быть бесплатным по меньшей мере в том, что касается начального и общего образования. Начальное образование должно быть обязательным. Техническое и профессиональное образование должно быть общедоступным, и высшее образование должно быть одинаково доступным для всех на основе способностей каждого.

2. Образование должно быть направлено к полному развитию человеческой личности и к увеличению уважения к правам человека и основным свободам. Образование должно содействовать взаимопониманию.

10.2. Устойчивое развитие для достижения прав человека

Для достижения соответствующего уровня и качества жизни населения предполагается предоставление каждому трудоспособному гражданину реальной возможности за счет напряженного, квалифицированного и инициативного труда обеспечить достойный, в меру сложившихся социальных стандартов, уровень и качество жизни населения.

Это будет достигаться за счет последовательного осуществления равных прав доступа граждан к орудиям и средствам труда, природным ресурсам, к образованию и рынку труда, также за счет обеспечения безопасности труда, возможности рационального использования свободного времени, благодаря чему формируется благоприятная среда обитания и жизнедеятельности для улучшения здоровья и физического развития граждан.

Политика государства, направленная на повышение уровня и качества жизни населения, должна в перспективе обеспечить наличие таких доходов у каждого члена общества, которых должно быть достаточно для удовлетворения основных потребностей прежде всего за счет собственного труда при создании равных возможностей для приложения сил каждому человеку в любой сфере деятельности. А в случае отсутствия такой возможности – за счет государственной социальной поддержки, сконцентрировав социальную помощь тем, кто находится в неблагоприятных условиях и в ней действительно нуждается. Это должно послужить социально и экономически обоснованному перераспределению ответственности за личное благосостояние, перенеся ее с государства на человека и его семью.

Для обеспечения достойного уровня жизни всех слоев и групп населения необходимо:

- создание условий для общего роста денежных доходов населения, повышения их реального содержания;
- поэтапное приближение государственных минимальных социально-трудовых гарантий к бюджету прожиточного минимума, а в перспективе – к минимальному потребительскому бюджету;
- совершенствование структуры доходов населения, повышение роли оплаты труда как важнейшего стимула трудовой активности работников и основного источника денежных доходов населения;
- совершенствование механизмов распределения доходов через систему налогообложения, социального страхования;
- снижение уровня малообеспеченности населения;
- повышение уровня социальной защищенности нетрудоспособных граждан.

Потребуются дальнейшие преобразования в системе социальной защиты населения: адаптация системы к современным условиям, приближение ее к идеалам и целям, провозглашенных в международных декларациях и нормах.

Бедность как социально-экономическое явление присуща любому обществу и представляет собой многогранную пробле-

му. Для устойчивого развития первостепенное значение имеет максимальное сокращение масштабов бедности.

Проблема борьбы с бедностью и нищетой была названа на специальной сессии Генеральной Ассамблеи ООН, посвященной выполнению решений «Встречи на высшем уровне в интересах социального развития» (Копенгаген, 1995 г.), и Декларации тысячелетия ООН (Нью-Йорк, 2000) одной из восьми стратегических целей развития мирового сообщества. Борьба с бедностью – крупнейшая стратегическая задача социальной политики государства. Это не только внутренний долг, но и международная обязанность всех стран, в том числе Казахстана. Приоритетной задачей преодоления бедности является создание условий для активного формирования и накопления человеческого капитала, усиления мотивации труда; недопущение неоправданной дифференциации доходов. Средний слой населения в долгосрочной перспективе в процентном отношении должен вытеснить слой бедных и при правильном государственном регулировании составить 70–75% от всего населения страны. Для сокращения бедности и повышения эффективности труда потребуются глубокие преобразования в социальной и экономической сферах.

Большое значение имеет совершенствование структур потребления и производства. Как показывает опыт промышленно развитых стран, высокий уровень потребления достигается дорогой ценой – интенсивной эксплуатацией природных ресурсов и нарушением экологического равновесия, нерациональным использованием производственного и человеческого потенциалов. И если все страны мира приблизятся к стандартам потребления развитых стран на существующей технологической основе, то это может привести к глобальной катастрофе.

Назрела необходимость перехода к новому содержанию экономического роста, новой постиндустриальной цивилизации, причем эволюционным, а не революционным путем. Речь идет, прежде всего, о поиске новых подходов к совершенствованию структур производства и потребления на основе оценки степени ограниченности ресурсов с учетом оптимального уровня удов-

летворения потребностей человека. Необходимо как формирование разумных потребностей человека (разработка и широкое использование научно обоснованных норм и нормативов потребления благ и услуг), так и максимально возможная экономия ресурсов путем внедрения системы ресурсосберегающих технологий.

Забота о человеке занимает центральное место в усилиях по обеспечению устойчивого развития, предоставлению населению страны возможности укрепить здоровье и благосостояние.

Медико-демографические процессы в Казахстане в последние годы близки к стабилизации, однако достигнутый уровень этой стабилизации не может быть признан приемлемым для обеспечения устойчивого социально-экономического развития. В частности, сохраняется на относительно низком уровне ожидаемая продолжительность жизни при рождении, высокая смертность, в условиях меняющейся возрастной структуры населения отмечается постепенное нарастание хронической патологии.

В связи с этим, в рамках модели устойчивого развития в области охраны и укрепления здоровья людей должны выступать следующие требования:

– создание условий для здоровой, продолжительной жизни человека и ее активного периода;
– обеспечение достойного уровня жизни населения;
– осуществление мер, ограничивающих возможности возникновения новых заболеваний и обеспечивающих снижение заболеваемости;
– улучшение качества среды обитания людей.

Приоритетное значение имеет совершенствование системы охраны материнства и детства. Кроме того, охрана и укрепление здоровья людей должна включать:

– обеспечение эпидемического благополучия населения, снижение заболеваемости ВИЧ-инфекцией;
– обеспечение населения должным уровнем полноценного питания, доступа к чистой питьевой воде, а также условий доступности жилья для всех слоев населения;
– развитие системы мониторинга стандартов качества окружающей среды и состояния здоровья населения.

Охрана и укрепление здоровья населения будет осуществляться на основе совокупности мер политической, экономической, правовой, социальной, культурной, научной, медицинской, санитарно-эпидемической направленности.

Особое внимание следует уделить целенаправленной профилактической работе по воспитанию у населения личной ответственности за собственное здоровье; формированию человеческой личности с высокими моральными и нравственными качествами, с устойчивой осознанной системой внутреннего самоконтроля; искоренению неразумных потребностей (алкоголизм, наркомания, табакокурение).

Вопросы здравоохранения должны приниматься во внимание при разработке проектов и программ при оценке экологических последствий.

Решение этих задач потребует мобилизации и целеустремленного направления в деятельности не только органов здравоохранения, но и государственной власти всех уровней, учреждений и организаций.

Важное значение имеет международное сотрудничество в сфере здравоохранения.

Важнейшим ресурсом устойчивого развития страны является ее население. Главным фактором его роста являются процессы воспроизводства. Они определяют возобновление и качество трудовых ресурсов, оказывают воздействие на динамику общественного производства и потребления, уровень развития сферы услуг.

Основными принципами устойчивого развития в области воспроизводства населения должны стать:

- ответственность государства за создание условий для свободного и достойного развития личности;
- государственная защита брака, семьи, материнства, отцовства и детства;
- суверенность прав государства в выборе форм и методов воздействия на развитие демографических процессов;
- приоритет национальных демографических интересов при полном уважении общепризнанных международных

норм, религиозных, этнических ценностей и культурных устоев населения;

- равноправие мужчин и женщин, гендерное равенство;
- обеспечение права на получение доступа к информации и услугам в области здравоохранения, включая репродуктивное здоровье и право на планирование семьи;
- обеспечение права выбора места жительства;
- недопустимость дискриминации мигрантов по признаку расы, вероисповедания, гражданства, принадлежности к определенной социальной группе или политическим убеждениям.

Основными задачами устойчивого демографического развития в Республике Казахстан выступают:

– воспитание у родителей ответственности за рождение и воспитание здорового ребенка; создание реальных условий женщинам для гармоничного сочетания материнских функций с профессиональными обязанностями; усиление адресности государственной помощи семьям, имеющим детей, в первую очередь малообеспеченным; повышение качества, расширение форм и видов медицинского обслуживания населения репродуктивного возраста; приоритетность охраны материнства и детства при разработке и реализации социальных программ;

– демографическая ориентация мер социально-экономической политики, оказывающая благоприятное воздействие на здоровье и продолжительность жизни населения; внедрение современных стандартов качества медицинских услуг населению независимо от места проживания и материальных возможностей семьи; перестройка системы медицинской помощи с учетом современной структуры причин смерти и тенденций возрастной структуры населения; просветительская и образовательная деятельность по профилактике заболеваний и укреплению здоровья населения;

– оптимизация территориальных межгосударственных перемещений населения с учетом их масштабов и направ-

лений на основе сочетания государственных и личных интересов граждан; повышение эффективности воздействия на процессы внутренней миграции, рационализация направлений миграционных потоков с учетом социально-экономического развития страны.

Устойчивое развитие государства требует достижения социальной стабильности общества, создания условий для свободного и достойного формирования личности, гарантированного обеспечения прав и свобод человека от преступных посягательств.

ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОНЯТИЯ

Абиотические факторы – факторы неживой природы (космические, геофизические, климатические, пространственные, временные и т.п.), оказывающие прямое или косвенное влияние на живые организмы.

Абсорбция – поглощение вещества всей массой (объемом) поглощающего тела (другого вещества): газа – жидким или твердым веществом, любого загрязнителя – им же.

Автотрофы – организмы, способные синтезировать органическое вещество из диоксида углерода, воды и минеральных солей. Источниками энергии для биосинтеза служат свет (у фотоавтотрофов) или окисление ряда неорганических веществ (у хемоавтотрофов).

Агроценоз – сообщество организмов, культивируемых и сопутствующих им в сельском хозяйстве.

Адаптация – процесс и результат приспособления организмов к условиям существования. Различают видовую (генотипическую) адаптацию, происходящую в ряде поколений и связанную с процессом видообразования, и индивидуальную (фенотипическую) адаптацию – *акклимацию,* происходящую в пределах индивидуального развития организма и не затрагивающую его *генотип.*

Адсорбция – поглощение вещества из раствора или газа поверхностными слоями жидкости или твердого тела (называемых адсорбентами); играет важную роль в биологических процессах, а также в процессах очистки веществ и природоохранных технологиях.

Акклиматизация – приспособление организмов к измененным новым климато-географическим условиям существования.

Акклимация – индивидуальная (фенотипическая) адаптация к факторам среды; сопровождается обратимыми морфологическими и физиологическими изменениями организма.

Аменсализм – тип межвидовых отношений, при котором в совместной среде один вид организмов подавляет существование другого вида, не испытывая противодействия.

Анабиоз – временная полная приостановка жизнедеятельности организма, связанная с наступлением неблагоприятных условий или с особой фазой индивидуального развития.

Анаэробы – организмы, живущие при отсутствии свободного кислорода.

Антропогенез – исторический процесс происхождения, возникновения и развития человека.

Антропогенные факторы – факторы, возникшие в результате человеческой деятельности.

Антропоцентризм *(в экологии)* – воззрение, согласно которому: современное человечество свободно от экологических законов, действующих в живой природе; взаимодействие с природой подчинено экономическим интересам людей; решение возникших экологических проблем может быть сведено к технологическим мерам по охране окружающей человека среды.

Ареал – область распространения систематической группы организмов – *популяции,* вида и т.п.

Ассимиляция – усвоение организмом поступающих из окружающей среды веществ в процессе роста и развития, их уподобление веществам организма.

Аутоэкология – экология отдельных особей данного вида; экология вида.

Безопасность экологическая – степень защищенности территориального комплекса, экосистемы, человека от возможного экологического поражения, определяемая величиной экологического риска. (состояние, при котором взаимодействие природного комплекса и человека определяется как устойчивое – гомеостатическое).

Гомеостаз – состояние подвижного равновесия (или устойчивого неравновесия) экосистемы, поддерживаемое сложными приспособительными реакциями входящих в нее живых организмов.

Биоаккумуляция – накопление веществ (техногенных загрязнителей) в организмах возрастающих трофических уровней.

Биоген – питательное вещество; биогены, биогенные элементы (незаменимые химические элементы, из которых

состоит вещество живых организмов: углерод, водород, кислород, азот, сера, фосфор).

Биогеохимический цикл – круговорот химических элементов из неорганических соединений через растительные и животные организмы (органические вещества) вновь в исходное состояние (см. *Биотический круговорот).*

Биогеоценоз – наземная *экосистема,* объединяющая на основе обмена веществ, энергии и информации сообщество живых организмов *(биоценоз)* с пространственной совокупностью абиотических условий *(биотопом).*

Биоиндикация – использование особо чувствительных организмов для обнаружения загрязнителей или других агентов в окружающей среде.

Биом – совокупность *экосистем* со сходным типом растительности, расположенных в одной природно-климатической зоне (тундра, тайга, степь, дождевой тропический лес, пустыня и т.п.).

Биосфера – глобальная *экосистема,* особая активная «оболочка» Земли, состав, строение и энергетика которой определяются деятельностью живых организмов.

Биота – любая пространственная совокупность всех живых организмов, безотносительно к категории сообщества (например, биота экосистемы, биота суши, биота океана, биота биосферы).

Биотические факторы – все формы воздействия организмов друг на друга.

Биотический круговорот – круговорот биогенных элементов и вовлекаемых им других веществ *в экосистемах,* в *биосфере* между их биотическими и абиотическими компонентами. Важнейшей чертой биосферного биотического круговорота является высокая степень замкнутости.

Биотический потенциал –

1) совокупность свойств *популяции,* вида, определяющих возможность увеличения численности и области распространения в данных условиях;

2) то же, что и репродукционный потенциал.

Биотоп (экотоп) – относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое данным *биоценозом.*

Биоценоз – сообщество взаимодействующих организмов разной систематической принадлежности, совместно обитающих на каком-либо участке суши или водоема; население *биотопа*.

Биоциды – вещества и другие агенты, подавляющие жизнедеятельность и размножение организмов.

Бифуркация – раздвоение; точка бифуркации – пункт и момент выбора одного из нескольких возможных путей развития, эволюции системы, предсказательная информация о которых отсутствует.

Валентность экологическая – (пределы толерантности) – характеристика способности вида, популяции существовать в различных условиях среды (ср. *Биоинтервал фактора)*.

Валовой национальный продукт (ВНП) – суммарная рыночная стоимость всех товаров и услуг, произведенных в стране за год.

Газы парниковые – газообразные вещества, попадающие в атмосферу и создающие *парниковый эффект*: пары воды, углекислый газ, метан, окислы азота, летучие углеводороды и др.

Ген – элементарная единица наследственности

Генотип – совокупность генов организма.

Генофонд – совокупность *генотипов* всех особей *популяции,* вида.

Гетеротрофы – организмы, питающиеся готовыми органическими веществами.

Глобальное потепление – повышение средней температуры атмосферы и гидросферы в масштабах планеты, вызванное природными и техногенными факторами.

Гомеостаз – способность организма или системы организмов поддерживать постоянство функциональных характеристик в изменяющихся условиях среды.

Демографический взрыв – резкое увеличение скорости роста и численности населения Земли в XX в.

Демэкология – экология *популяций,* в центре внимания которой находятся вопросы динамики численности.

Деструкторы – гетеротрофные организмы, разрушающие органические вещества до простых, вплоть до неорганических соединений (в том числе *деритофаги* и *редуценты).*

Детоксикация – процесс обезвреживания внутри биологической системы попавших в нее вредных веществ.

Детрит – мертвое органическое вещество, продукты выделения и распада организмов.

Детритофаги – организмы, питающиеся *детритом* (син. *сапрофаги).*

Диссимиляция – распад сложных органических веществ в организме, сопровождающийся освобождением энергии, которая используется в процессах жизнедеятельности.

Емкость среды – количественная характеристика совокупности условий, ограничивающих рост численности *популяции.*

Емкость территории демографическая – обобщенная количественная характеристика условий данной территории, ограничивающая допустимую численность населения.

Емкость экологическая – максимальное количество вещества, которое может быть вовлечено экосистемой (или природно-технической системой) в круговорот без нарушения стабильного состояния (гомеостаза) и способности к саморегуляции.

Емкость экосистемы – максимальный размер *популяции* одного вида, который данная *экосистема* способна поддерживать в определенных экологических условиях на протяжении длительного времени.

Емкость экологическая – максимальное количество вещества, которое может быть вовлечено экосистемой (или природно-технической системой) в круговорот без нарушения стабильного состояния (гомеостаза) и способности к саморегуляции.

Заболевания экогенные (экологические) – заболевания, вызванные неблагоприятными экологическими условиями.

Зона аридная – территория или природно-климатическая зона с малым естественным увлажнением, т.е. засушливая (полупустыни и пустыни).

Зона бореальная – зона лесов умеренного пояса.

Зона геопатогенная – пространство обитания, где сочетание неблагоприятных естественных факторов мажет вызвать заболевания у человека.

Зона гумидная – территория или природно-климатическая зона с высоким естественным увлажнением (например, дождевые тропические леса).

Зооценоз – сообщество животных какого-либо *биоценоза.*

Зоофаги – плотоядные организмы, питающиеся животными других или своих видов (каннибализм).

Императив экологический – ясное понимание экологических проблем и убежденность в личной ответственности каждого за состояние и будущее биосферы и человечества как ее части. Составной частью экологического императива является признание необходимости устойчивого развития (обращенное к человеческому сообществу повеление, настоятельное требование (подобие нравственного закона) ограничить и остановить природогубительную экспансию и соизмерить антропогенное давление с экологической выносливостью биосферы)

Иммобилизация – обездвиживание, прекращение миграции веществ, уменьшающее их активность (например, в донных отложениях).

Интродукция – обычно преднамеренный перенос особей какого-либо вида растений или животных за пределы их ареала, в новые природно-климатические условия.

Информационное общество – стадия развития цивилизации, на которой преобладающей формой общественных связей становятся потоки информации, а материально-энергетические потоки минимизируются за счет экономии и высокой эффективности.

Канцерогены – вещества или физические агенты, способные вызвать развитие злокачественных новообразований или способствовать их возникновению.

Катастрофа экологическая – неуправляемая ситуация, возникающая вследствие *экологического кризиса,* приводящая к непредотвратимым тяжелым последствиям вплоть до

возникновения на Земле условий, непригодным для жизни людей.

Качество среды – степень соответствия природных условий потребностям живых существ (включая людей).

Квоты загрязнения среды – разрешенные долевые количества выбрасываемых в окружающую среду техногенных загрязнителей, устанавливаемые местными, национальными или международными нормативными актами.

Кислотные осадки – атмосферные осадки: дождь, снег, туман, содержащие техногенные примеси, из-за которых их кислотность превышает нормальный уровень, т.е. pH ниже 5,6.

Комменсализм – тип межвидовых отношений, сожительства (симбиоза), при котором в совместной среде организмы одного вида безответно получают пользу от присутствия организмов другого вида.

Консументы – гетеротрофные организмы (в основном животные), потребляющие органическое вещество других организмов: растений (растительноядные – *фитофаги)* и животных (плотоядные – *зоофаги).*

Коэволюция – 1) параллельная, совместная, сопряженная эволюция взаимодействующих организмов;

2) сопряженная эволюция человечества и природы.

Кризис экологический – переломный момент, острое состояние в развитии биосферы, характеризующееся дестабилизацией динамического равновесия, вызванными необдуманным стихийным развитием человечества.

Ксенобиотики – вещества, чуждые природе, составу и обмену веществ живых организмов.

Кумуляция – скопление порций вещества, усиливающее его действие; суммирование вредных эффектов от действия вредных агентов.

Мальтузианство – развитие теории народонаселения Т.Р. Мальтуса (1798); совокупность взглядов, по которым неограниченный рост численности населения рассматривается как главная причина социальной напряженности, политических потрясений и экологических кризисов.

Мелиорация – улучшение земель для сельскохозяйственных целей.

Метаболизм – обмен веществ и энергии в организме, биологической системе.

Мировоззрение – система глубинных, часто неосознанных взглядов и убеждений человека, которыми он руководствуется, оценивая любую жизненную ситуацию и принимая решения. ***Научное мировоззрение*** – мировоззрение, сформировавшееся под влиянием научной картины мира и поэтому не противоречащее ей.

Мониторинг – инструментальный контроль за состоянием живых и неживых объектов, какие-либо изменения которого свидетельствуют о динамике экосистемы под воздействием антропогенного фактора. В зависимости от пространственных параметров рассматриваемых (контролируемых) экосистем следует различать *глобальный, региональный и локальный мониторинг.* Также это слежение за какими-то объектами или явлениями, регулярная или непрерывная регистрация их состояния.

Мониторинг экологический – слежение за качеством всех слагаемых окружающей среды и состоянием биологических объектов.

Монокультура – 1) замена естественного разнообразия растительного покрова какой-либо одной сельскохозяйственной культурой;

2) бессменное возделывание какой-либо сельскохозяйственной культуры на одном и том же поле.

Мутагены – вещества или физические агенты, способные вызывать *мутации.*

Мутация – изменение в генетическом аппарате организма, приводящее к наследуемому изменению признаков или к гибели организма.

Мутуализм – тип межвидовых взаимоотношений, когда оба сожительствующих организма извлекают взаимную пользу.

Мышление экологическое – система взглядов на использование природных ресурсов с позиции гармоничного взаимодействия живых организмов (включая человека) со средой обитания. Основой экологического мышления является

Неособирательство – форма хозяйственной деятельности, при которой осуществляется максимальное контролируемое

(неистощительное) использование природных биологических ресурсов с целью относительного уменьшения технического производства в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

Ниша экологическая – комплекс факторов, которые требуются для существования вида, включая его связи с другими видами в сообществе.

Ноогенез *(ноосферогенез)* – процесс формирования *ноосферы.*

Ноосфера – состояние биосферы, обеспечивающее *устойчивое развитие* благодаря применению человечеством осознанной рациональной стратегии взаимодействия со средой. (*букв.* «мыслящая оболочка», сфера разума, согласно В.И. Вернадскому – качественно новая, высшая стадия развития биосферы под контролем разумной деятельности человека).

Нормареакции–экологические пределы, в которых возможно приспособительное изменение реакций жизнедеятельности и признаков организмов данного вида.

Нормировнаие экологическое – количественная оценка реакции экосистемы на любой вид антропогенного воздействия.

Озоновый экран – слой атмосферы, отличающийся повышенной концентрацией молекул озона (O_2), поглощающих коротковолновое ультрафиолетовое излучение Солнца, опасное для живых организмов.

Онтогенез – индивидуальное развитие организма; для многоклеточных – от оплодотворения яйцеклетки до старения и смерти.

Опустынивание (аридизация) – процесс обеднения растительного покрова, связанный со стойким уменьшением увлажнения территории, превращением ее в аридную зону.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) – экспертная процедура, предназначенная для определения (прогнозирования) возможных воздействий строительства, пуска, эксплуатации (включая аварийные ситуации) и ликвидации хозяйственного объекта на состояние окружающей среды, целостность природных систем и здоровье людей.

Парниковый эффект – повышение температуры атмосферы из-за увеличения содержания в ней парниковых газов,

приводящего к чрезмерному поглощению воздухом теплового излучения Земли.

Пестициды – синтетические вещества, используемые для защиты растений, животных, сельскохозяйственной продукции от угнетающих и повреждающих влияний других организмов-сорняков (гербициды), насекомых (инсектициды), грибков (фунгициды) и др.

Пирамида экологическая (тро-фическая) – графическое изображение количественных соотношений между трофическими уровнями *биоценоза: продуцентами, консументами* (отдельно каждого уровня) и *редуцентами,* выраженное в их численности (пирамида чисел), биомассе (пирамида биомасс) или энергии (пирамида энергий).

Пищевая (трофическая) цепь – перенос вещества и энергии между членами *биоценоза,* представляющими различные трофические уровни, при поедании последующим членом цепи предыдущего.

Поллютанты – техногенные загрязнители среды: воздуха (аэрополлютанты), воды (гидрополлютанты), земли (терраполлютанты).

Популяция – совокупность особей одною биологического вида, населяющих пространство с относительно однородными экологическими условиями, имеющих общий *генофонд* и возможность свободно скрещиваться.

Поражения экологические – нанесение вреда природным комплексам, экологическим системам, их отдельным компонентам, а также человеку в результате резких или длительных изменений экологических условий.

«Правило 1%» – доля возможного потребления чистой первичной продукции (на уровне консументов высших порядков), не превышающая 1%.

«Правило 10%» – правило пирамиды энергий Р. Линдемана), когда в среднем около 10% поступившей на предыдущий уровень энергии переходит. с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой, более высокий уровень (по «лестнице» *продуцент – консументы).*

Принцип Ле Шателье – Брауна – когда равновесие при внешнем воздействии, выводящем систему из состояния

устойчивого равновесия, смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется.

Принцип сбалансированного природопользования – размещение и развитие материального производства на определенной территории должно осуществляться в соответствии с ее экологической выносливостью по отношению к техногенным воздействиям.

Природоемкость производства – совокупный ущерб, который наносится природным объектам и ресурсам, состоянию окружающей среды строительством и эксплуатацией хозяйственных объектов, их отходами и продукцией.

Продуценты – автотрофные организмы (в основном – зеленые растения), образующие первичную продукцию органических веществ.

Радиофобия – пограничное предболезненное состояние человека, вызванное страхом радиационного поражения - по оправданным или воображаемым причинам.

Развитие устойчивое (развитие без разрушения) – совершенствование техносферы в условиях стабильности окружающего природного комплекса, без сокращения экологического разнообразия и ущемления прав будущих поколений, базирующееся на применении научно обоснованной стратегии взаимодействия со средой.

Разнообразие экологическое – запас в экосистеме биологического (видового) разнообразия и разнообразия условий среды, необходимый для устойчивого функционирования.

Регенерация отходов – использование полезных компонентов, заключенных в отходах, для новых технологических циклов (обычно другого типа, чем ранее проходивших).

Редуценты – гетеротрофные организмы (бактерии и грибы), завершающие распад органических соединений до простых неорганических веществ: воды, диоксида углерода, сероводорода и солей.

Рекультивация – комплекс мер, направленный на восстановление ранее нарушенного природного ландшафта, а также продуктивности нарушенных земель.

Рекуперация отходов – технологический процесс обработки отходов с целью повторного использования их компонентов, как

правило, в том же технологическом процессе, где произошло образование отходов.

Развитие устойчивое (развитие без разрушения) – совершенствование техносферы в условиях стабильности окружающего природного комплекса, без сокращения экологического разнообразия и ущемления прав будущих поколений, базирующееся на применении научно обоснованной стратегии взаимодействия со средой.

Разнообразие экологическое – запас в *экосистеме* биологического (видового) разнообразия и разнообразия условий среды, необходимый для устойчивого функционирования.

Риск экологический – вероятность неблагоприятных для экосистемы последствий при направленном антропогенном воздействии.

Рециклинг – возможно полное возвращение расходных и вспомогательных веществ и материалов в циклических производственных процессах для повторного использования.

Сапрофаги – животные, питающиеся мертвой органикой *(детритофаги)*.

Синэкология – экология многовидовых сообществ, экосистем.

Система природно-техническая – устойчиво взаимодействующие природный комплекс и технический объект.

Система экологическая (экосистема) – взаимодействующие путем вещественного обмена живое сообщество (биоценоз) и окружающая среда (биотоп).

Сознание экологическое – совокупность представлений о взаимосвязях в системах «природа-природа» и «человек-природа», включая стратегии и технологии взаимодействия этих систем.

Стенобионты (стеноэки) – организмы, нормальное существование которых возможно в узких пределах изменений экологических условий – температуры (стенотермы), влажности (стеногидридные организмы), выбора пищи (стенофаги) и т.д.

Стресс – состояние физиологического напряжения организма, совокупность реакций, возникающих в ответ на внешние воздействия, нарушающие *гомеостаз*.

Сукцессия – направленная и непрерывная последовательность изменений видового состава организмов в данном местообитании.

Тератогены – вещества или физические агенты, которые при действии на родительские организмы способны вызвать врожденные уродства у потомства.

Технобиогеоценоз (*сокр.* ***техноценоз)*** – экологическая интерпретация понятия природно-производственного комплекса.

Техногенез *(в экологии)* – процесс развития материальной культуры, техники, порождающий изменения в природной и окружающей человека среде.

Техносфера – «техническая оболочка», искусственно преобразованное пространство планеты, находящееся под воздействием продуктов производственной деятельности человека.

Урбанизация – рост и развитие городов, преобразование сельской местности в городскую, миграция сельского населения в города, увеличение роли городов в жизни общества.

Устойчивость экологическая – способность экосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних факторов.

Фенотип – совокупность генетически определяемых признаков и свойств организма.

Фитопланктон – совокупность микроводорослей, мелких растительных организмов, обитающих в толще воды.

Фитофаги – растительноядные животные.

Фитоценоз – многовидовое растительное сообщество.

Фотопериодизм – изменения состояния биологических систем, обусловленные естественным ритмом освещенности, сменой дня и ночи, сезонными изменениями длительности светового дня.

Хемосинтез – синтез органических веществ у хемоавтотрофных бактерий, использующих в качестве источников энергии окисление некоторых неорганических веществ.

Эврибионты (эвриэки) – организмы, существующие в широких пределах изменений экологических условий:

температуры (эвритермы), влажности (эвригидридные организмы), выбора пищи(эврифаги) и т.п.

Эвтрофикация водоемов – чрезмерное обогащение водной среды питательными веществами.

Эдафон – совокупность животного населения почвы.

Экологизация науки – процесс проникновения идей и проблем экологии в другие области знания, в систему современных естественных, технических и гуманитарных дисциплин. Выделяются три уровня экологизации: внутридисциплинарная, междисциплинарная и проблемная.

Экологическая техноемкость территории (ЭТТ) – обобщенная характеристика территории, количественно соответствующая максимальной техногенной нагрузке, которую может выдержать и переносить в течение длительного времени совокупность реципиентов и экологических систем территории без нарушения их структурных и функциональных свойств.

Экологическая устойчивость – это способность экосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних и внутренних факторов. Распространённым синонимом данного понятия является понятие экологической стабильности.

Экологический след – показатель давления но окружающую среду, количественно можно выразить в гектарах площади земли, необходимой для получения разнообразной продукции для удовлетворения потребностей одного человека в продуктах питания, жилье, с учетом площадей земли, на которых стоят заводы, фабрики, электростанции и другие предприятия, необходимые для производства вещей и энергии, используемой в быту.

Экологическое равновесие – это состояние экосистемы, при котором состав и продуктивность биотической части в каждый момент времени сохраняется постоянным

Экология – наука о взаимодействии живых организмов (включая человека) и их сообществ между собой и с окружающей средой.

Экоразвитие – экологически ориентированное социально-экономическое развитие, при котором рост благосостояния

людей не сопровождается ухудшением состояния среды обитания и деградацией природных систем (М. Стронг, 1972).

Экосистема (экологическая система) – совокупность совместно обитающих разных видов организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом.

Экосфера – 1) совокупность живых организмов современной биосферы и всех веществ, находящихся под контролем потребления, трансформации и продуцирования живыми организмами (= современная биосфера);

2) в данном учебнике: экосфера = современная биосфера + техносфера – «единая глобальная система взаимодействия современной биосферы и техносферы,. арена взаимодействий человека и природы, на которой сосредоточены все современные экологические проблемы и коллизии».

Экоцид – значительное угнетение и гибель *экосистем,* различных организмов, в том числе и людей, под влиянием резких или длительных антропогенных нарушений нормальных экологических условий.

Эктотермы – организмы, температура тела которых мало отличается от температуры среды обитания и следует за ее изменениями: низшие организмы, растения, холоднокровные животные.

Эмерджентность – возникновение совершенно новых свойств при взаимодействии двух или нескольких объектов или явлений, свойств, не являющихся простой суммой исходных.

Эмиссия (в экологии) – выпуск, испускание каких-либо веществ, побочных продуктов производства.

Эндотермы – теплокровные животные: птицы и млекопитающие, способные с помощью внутренних механизмов терморегуляции поддерживать относительно постоянную температуру тела, в определенных пределах не зависящую от температуры среды.

Эрозия почвы – разрушение (смыв, размыв, выдувание) плодородного слоя почвы талыми, ливневыми водами и ветрами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология: природа-человек – техника /Под общ. ред. А.П. Кузьмина – М.: ЮНИТИ, 2001.
2. Андреев М.В. Конспект лекций по курсу «Основы Экологии». – Днепропетровск, 2002.
3. Бобылев В. Информационная и методологическая основа для расчета эколого-экономических индикаторов, – МГУ, 2000.
4. Большаков Б.Е., Полынцев Д.А. Методология моделирования устойчивого развития страны. – 2006.
5. Большаков Б.Е., Искаков Н.А. Сарсенбай Н.К. Базовые понятия проектного управления устойчивым развитием. – 2007.
6. Бродский А.К. Общая экология. – С-пб, 2006.
7. Воронков Н.А. Основы общей экологии. – М.: Агар, 1999.
8. Воронков Н.А. Экология: Учебное пособие. – М., 2000.
9. Горелов А.А. Экология: курс лекций. – М.,2002.
10. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие: Учебное пособие. – М.: Прогресс-Традиция, 2000.
11. Декларация Рио-де-Жанейро //Мир науки – 1992, №4.
12. Додонов В.Ю. Организация функционирования системы механизмов устойчивого развития Казахстана / Под ред. проф. О.С. Сабдена. – Алматы: Институт экономики МОН РК, 2006.
13. Индикаторы устойчивого развития России (эколого-экономичсские аспекты). – М., 2001.
14. Искаков Н., Корчевский А. Устойчивое развитие Республики Казахстан: экономические, социальные, экологические аспекты. – Астана, 2007.
15. Концепция перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию на 2007–2024 годы. /Указ Президента страны №216 от 14 ноября 2006 г.
16. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону, 2005.
17. Курс переходной экономики /Под ред. Л.И. Абалкина – М., 1997.
18. Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: научные основы проектирования в системе природа-общество-человек – СПб. – М. – Дубна, 2002.
19. Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е. Мировоззрение и теория устойчивого развития. – М., 2005.
20. Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие: Учебное пособие. – М.: Прогресс-Традиция, 2000.
21. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек – М., 1998.
22. Назарбаев Н.А. Казахстан-2030: процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев – 1997 г.

23. Назарбаев Н.А. Послание Президента РК Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Новый Казахстан в новом мире» – 2007 г.
24. Наше общее будущее: Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР) – М., 1989.
25. Правила определения целевых показателей качества окружающей среды.
26. Одум Ю. Экология.Т. 1, 2, – М., 1986.
27. Окружающая среда для будущих поколений. Миссия РЭЦЦА – Алматы, 2004.
28. Организация Объединенных Наций: основные факты – М.: Издательство «Весь Мир», 2005.
29. Основы государственной экологической политики Республики Казахстан. – Алматы, 1995.
30. Постановление Правительства РК №448 от 1 июня 2007 г. Послание Президента РК Н.А. Назарбаева народу Казахстана «Рост благосостояния граждан Казахстана – главная цель государственной политики» – Астана, 6 февраля 2008 г.
31. Сагимбаев Г.К. Экология и экономика. – Алматы, 1997.
32. Тонкопий М.С. Экономика природопользования. – Алматы,1998.
33. Тонкопий М.С. Экономическая оценка минеральных и земельных ресурсов. – Алматы, 1999.
34. Тонкопий М.С. Экономическая оценка водных ресурсов и ущерб от загрязнения воздушной среды. – Алматы, 1999.
35. Тонкопий М.С. Экология и экономика природопользования. – Алматы: Экономик·с, 2003.
36. Упушев Е.М. Экономика природопользования и охрана окружающей среды – Алматы: Экономика,1999.
37. Упушев Е.М. Экология и экономика природопользования – Алматы, 2002.
38. Урсул А.Д. Переход России к устойчивому развитию. Ноосферная стратегия. – М.: Издательский дом «Ноосфера», 1998.
39. Фурсов В.И. Экологические проблемы окружающей среды. – Алма-Ата, 1991.
40. Хоружая Т.А. Методы оценки экологической опасности. – М., 1998.
41. Чернова Н.М. Былова А.М.Общая экология. – М.: Дрофа, 2004.
42. Экология и экономика природопользования /Под ред. Э.В. Гирусова – М., 1998.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

РАЗДЕЛ I. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Глава 1. Краткая история экологии и ее становление как науки 6

1.1. Экология как наука ..... –

1.2. Объекты и методы в экологии 12

1.3. Что изучает экология 19

1.4. Основные законы экологии 24

Глава 2. Общая экология 29

2.1. Уровни организации жизни ..... –

2.2. Экологические факторы 32

2.3. Биоценозы и формы отношений организмов 46

Глава 3. Популяции, структура и динамика 55

3.1. Понятие популяции в экологии ..... –

3.2. Основные характеристики и свойства популяций 56

3.3. Структура популяций 61

3.4. Динамика популяций и гомеостаз 64

Глава 4. Концепция экосистемы 68

4.1. Общее понятие и история термина «экосистема» ..... –

4.2. Классификация экосистем 74

4.3. Состав и функциональная структура экосистемы 76

4.4. Пищевые цепи, трофические уровни и энергетика экосистем 79

4.6. Теория продуктивности экосистем 84

4.7. Гомеостаз и открытость экосистем 86

4.8. Динамика и развитие экосистем. Сукцессии 91

4.9. Стабильность и устойчивость экосистем 92

Глава 5. Биосфера как крупнейшая экосистема Земли 97

5.1. Общая характеристика биосферы ..... –

5.2. Эволюция биосферы 104
5.3. Состав и функционирование биосферы 111
5.4. Круговорот веществ и биогеохимические циклы в биосфере 114
5.5. Ресурсы биосферы 117

Глава 6. Техногенез и техносфера 124
6.1. Понятие о техногенезе и техносфере ..... –
6.2. Этапы техногенеза 130
6.3. Природные среда и природные ресурсы в условиях техногенеза 136
6.4. Интенсивность использования ресурсов в техногенезе и техногенное изменение биосферы 160
6.5. Оптимизация техногенеза 172

Глава 7. Глобальные экологические проблемы 179
7.1. Современное состояние биосферы ..... –
7.2. Глобальное потепление климата 198
7.3. Проблемы истощения озонового слоя 203
7.4. Глобальные изменения биологического разнообразия 211
7.5. Антропогенное воздействие на ближний космос 216
7.6. Глобальная экологическая безопасность 220
7.7. Современные экологические проблемы Республики Казахстан 226
7.8. Будущее Аральского моря и Каспийский узел 232

РАЗДЕЛ II. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИИ – СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Глава 8. Концепция устойчивого развития 242
8.1. Предпосылки разработки концепции устойчивого развития ..... –
8.2. Понятие устойчивого развития 245
8.3. История развития подходов и принципов устойчивого развития 249
8.4. Основные закономерности и индикаторы устойчивого развития 254

8.5. Общие положения перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию 262
8.6. Целевые показатели перехода Республики Казахстан к устойчивому развитию 265

Глава 9. Стратегические направления устойчивого развития 285
9.1. Экологические аспекты устойчивого развития ..... –
9.2. Экономические аспекты устойчивого развития 299
9.3. Социальные аспекты устойчивого развития 309
9.4. Здоровье и факторы риска болезней 317
9.5. Тенденции и перспективы устойчивого развития Республики Казахстан 334

Глава 10. Всеобщая декларация прав человека 343
10.1. Основные положения Всеобщей декларации 344
10.2. Устойчивое развитие для достижения прав человека 351

Основные экологические определения и понятия 358

Литература 373

ТОНКОПИЙ Михаил Самсонович
ИШКУЛОВА Нелли Петровна
АНИСИМОВА Наталья Михайловна
САТБАЕВА Гульбаршин Сатановна

ЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Учебник

Компьютерная верстка ***Акыловой А.Т.***
Дизайнер обложки ***Мышбаев К.Т.***

Подписано в печать 31.10.2011 г . Формат 60x90$^{1}/_{16}$.\
Обьем 23,6 п.л. Усл. п.л. 21,9. Уч.-изд. л. 17,9.
Тираж 1800 экз. Заказ 3/102-11.

ТОО «Издательство «Экономика»
050063, г. Алматы, ул. Саина, 81
Тел.: 8 (727) 276-08-81
Факс: 8 (727) 276-02-75

ISBN 978-601-225-318-4

