

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Оралова А.Т., Ауелбекова А.Ж.

**Экология и устойчивое развитие
Основы общей экологии**

Часть 1

Караганда 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Оралова А.Т., Ауелбекова А.Ж.

Экология и устойчивое развитие

Основы общей экологии

Часть 1

*Утверждено ученым советом университета
в качестве учебного пособия*

Караганда 2016

УДК 574
ББК 20.1
О-65

Рекомендовано редакционно-издательским советом КарГТУ

Рецензенты:

- Таткеев Т.А.** - главный научный сотрудник Национального Центра гигиены труда и профзаболеваний, д.м.н., профессор;
Харьковский В.С.- профессор Карагандинского государственного технического университета, к.т.н., академик МАНЭБ;
Исин Д.К. -- канд. техн. наук, профессор Карагандинского государственного технического университета

Авторы: Оралова А.Т., Ауелбекова А.Ж.

О-65 **Экология и устойчивое развитие. Основы общей экологии:** учеб. пособие / А.Т. Оралова, А.Ж. Ауелбекова Карагандинский государственный технический университет. - Караганда: Изд-во КарГТУ, 2016. – 100 с.

ISBN

В учебном пособии изложены вопросы, касающиеся понятий общей и ауто-, дем-, синэкологии, биосферы и ее устойчивости, устойчивого развития, его концепции и стратегии, промышленной экологии и охраны окружающей среды. Раскрыты вопросы, касающиеся взаимодействия человека и окружающей среды, экологических кризисов и путей их преодоления, охраны природы, устойчивого развития Республики Казахстан.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, преподавателей, магистрантов, докторантов, занимающихся изучением вопросов общей, промышленной экологии, устойчивого развития, охраны окружающей среды.

УДК 574
ББК 20.1

ISBN

© Карагандинский государственный
технический университет, 2016

Оглавление

	Стр.
<i>Введение</i>	3
РАЗДЕЛ 1 ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ	5
1.1 Введение в экологию	5
1.2 Экология особи – аутоэкология	13
1.3 Экология популяций – демэкология	21
1.4 Экология сообществ – синэкология	29
РАЗДЕЛ 2 УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ И НООСФЕРЕ	41
2.1 Биосфера и ее устойчивость	41
2.2 Концепция живого вещества	51
2.3 Глобальные геохимические циклы	57
РАЗДЕЛ 3 КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	69
3.1 Экологический кризис и проблемы современной цивилизации ...	69
3.2 Стратегия, цели и принципы устойчивого развития	82
<i>Список использованных источников</i>	98

Введение

С тех пор как первый человек появился на Земле, он постоянно и непрерывно взаимодействует с окружающей средой и ее компонентами. Чем более развивается человеческая цивилизация, тем более она воздействует на окружающую среду, тем интенсивнее и широкомасштабнее использует имеющиеся на Земле природные ресурсы.

Взаимодействие с природой – неотъемлемая часть жизнедеятельности человека. Чрезмерное воздействие на окружающую природную среду приводит к ее загрязнению, использование природных ресурсов приводит к их истощению. Это в свою очередь неизбежно приводит к кризису в экономике, технике, социальным потрясениям, глобальному экологическому кризису.

Как можно избежать всего этого? Выходом из сложившейся ситуации являются охрана окружающей среды и рациональное природопользование.

Большое значение в формировании нового мышления в отношении к природе имеет изучение такой дисциплины, как «Экология и устойчивое развитие», рассматривающей один из актуальных аспектов проблемы постиндустриального развития общества – объективную оценку состояния и оптимизацию окружающей природной среды, ее охрану и воспроизводство природных ресурсов.

Учебное пособие «Экология и устойчивое развитие» содержит материалы, касающиеся вопросов экологии, ее основных разделов, понятия устойчивого развития и его концепции, а также вопросов охраны окружающей среды.

Учебное пособие представляет собой конспект лекций, составленный в соответствии с требованиями типовой учебной программы по дисциплине «Экология и устойчивое развитие».

Отдельные разделы учебного пособия посвящены рассмотрению понятия экологии, ее основных разделов (аутоэкология, демэкология, синэкология); понятия устойчивого развития и его концепции; задач, методов и способов охраны окружающей среды. В учебном пособии также приведен список рекомендуемой литературы.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, преподавателей, магистрантов, докторатов, занимающихся изучением вопросов экологии, устойчивого развития, охраны окружающей среды.

Успешное усвоение данного учебного пособия и приобретение при этом соответствующих знаний и навыков будет способствовать повышению уровня профессиональной подготовки специалистов, что позволит им в дальнейшем осуществлять свою управленческую и производственную деятельность с позиций стратегии экологической безопасности и устойчивого развития.

РАЗДЕЛ 1 ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ

1.1 Введение в экологию

1.1.1 Определение экологии как науки. История ее развития

Экология - это наука, изучающая организацию и функционирование систем различных уровней: популяции, виды, биоценозы, экосистемы и биосферу. Часто экологию определяют как науку о взаимоотношениях живых организмов между собой и окружающей средой. При этом под живыми организмами понимается не только человек, но и все остальные живые представители природы: животные, растения, простейшие организмы. Под окружающей средой понимается практически вся Вселенная. Современная экология также изучает взаимодействия человека и природы. Экология как наука возникла в 1868 году, когда впервые определение экологии ввел в науку Э. Геккель: «Это познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая антагонистические и неантагонистические взаимоотношения животных и растений, контактирующих друг с другом».

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

I этап (XVII-XVIII вв.) - 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 экосистемы. 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...».

В настоящее время экология стала междисциплинарной областью знаний о взаимодействии многокомпонентных живых систем (включая человека как биологический вид и социум) с природными и искусственными факторами среды. Основным предметом экологии являются взаимоотношения между обществом и природой, мировая эколого-экономическая система, материальные балансы между ее экономической и экологической подсистемами.

1.1.2 Цель, задачи и методы экологии

Целью современной экологии как науки является консолидация различных ее разделов и огромного фактического материала, сведение их в систему, отражающую все стороны взаимоотношений природы и человеческого общества. Это необходимо для понимания современных экологических проблем и поиска путей их решения, обеспечения устойчивого развития сообщества людей и природы.

Экология решает следующие **задачи**:

1) диагностика состояния природы и ее ресурсов, определение порога выносимости живой природы по отношению к антропогенной нагрузке;

2) разработка прогнозов изменений биосферы и состояния окружающей человека среды при разных сценариях экономического и социального развития человечества;

3) выработка критериев оптимизации – выбора наиболее экологически ориентированного социально-экономического развития общества;

4) изучение механизмов адаптации к среде. В современных условиях это имеет значение в связи с освоением территорий с экстремальными условиями (пустынных, засушливых, полярных и т.д.). Экология человека более целенаправленно должна заниматься проблемами создания наилучших условий в различных частях Земли, включая так называемые зоны с экстремальными условиями;

5) регуляция численности популяций. На основе изучения условий жизни растений и животных, а также микроорганизмов можно регулировать численность и виды скота, растений, организовать борьбу с вредителями сельскохозяйственных растений и животных, переносчиками болезней и т.д;

6) управление продукционным процессом. Эта проблема включает решение вопросов количественной характеристики энергетического потока в системе трофических уровней (управление фотосинтезом, увеличение плодородия почвы, рациональное размещение посевов и т.д.). Это позволит разработать научно обоснованные системы выращивания тех видов растений и скота, которые лучше других приспособлены к местным условиям и дают наибольшую урожайность и продуктивность;

7) экологическая индикация – определение масштабов и прогнозирование последствий воздействия человека на природную среду. Биологическими индикаторами в природных условиях обычно выступает группа особей одного вида или биотическое сообщество, по наличию или состоянию, а также по поведению которых судят об изменениях в среде, в том числе о присутствии и концентрации загрязнителей. Индикаторами также могут быть физические явления и химические вещества, наличие, количество или перемена состояния (изменение окраски, цвета) которых указывает на характер или изменение свойств окружающей среды;

8) мониторинг – система повторных, целенаправленных наблюдений за параметрами окружающей среды в динамике. На основе данных наблюдений даются рекомендации по рациональному использованию природных ресурсов и охране природной среды.

Экология направлена на комплексное обоснование средозащитных и природоохранных мер и действий. При этом не следует путать такие понятия, как охрана природы и охрана окружающей среды. Последнее применимо по отношению к современному человеку, так как в его среде содержится много искусственно созданных, неприродных компонентов. И в данном случае речь идет об обеспечении безопасности и потребностей человека.

Охрана природы должна обеспечивать функционирование биологических процессов, биологическое разнообразие, сохранение природных экологических систем.

При решении вышеуказанных задач экология использует следующие **методы**: системный подход, натурные наблюдения, экспериментальные работы и моделирование.

Методы экологии можно объединить в несколько групп.

1. Метод регистрации и оценки состояния среды – метеорологические наблюдения; измерение освещенности, радиационного фона, напряженности физических полей; измерения температуры, прозрачности, солености и химического состава воды; определение

характеристик почвенной среды и т.п. Сюда же можно отнести мониторинг, биомониторинг и биоиндикацию.

2. Методы количественного учета организмов и методы оценки биомассы и продуктивности растений и животных, изучение динамики численности популяций.

3. Исследование влияния факторов среды на жизнедеятельность организмов, в том числе определение устойчивости экосистем и изучение адаптации организмов к различным условиям.

4. Методы изучения взаимоотношений между организмами во многовидовых сообществах.

5. Методы математического моделирования, в том числе численные методы имитационного моделирования, глобальное моделирование, основанное на проблемно-прогнозном подходе, позволяющее 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 эмиссий 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.

1.1.3 Основные разделы и структура современной экологии

Экология подразделяется на общую и частную. **Общая** экология исследует принципы и характеристики организации и функционирования различных систем и сообществ в биосфере. **Частная** экология занимается изучением конкретных групп определенного ранга: экология человека, городов, животных и т.д. Различают и другие разделы экологии.

Факторальная (или ауто-) экология изучает взаимоотношения представителей вида с окружающей средой и исследует действие совокупности экологических факторов на живые организмы.

Популяционная экология (или демэкология) изучает пространственную структуру популяций, их генетический состав, динамику численности, соотношение различных возрастных групп и т.д.

Биогеоценология (или синэкология) изучает структуру и различные параметры экосистем, биоценозов и биогеоценозов. Подробнее с данными разделами экологии Вы ознакомитесь ниже.

Деление экологии на основные разделы изображено на рисунке 1.1.

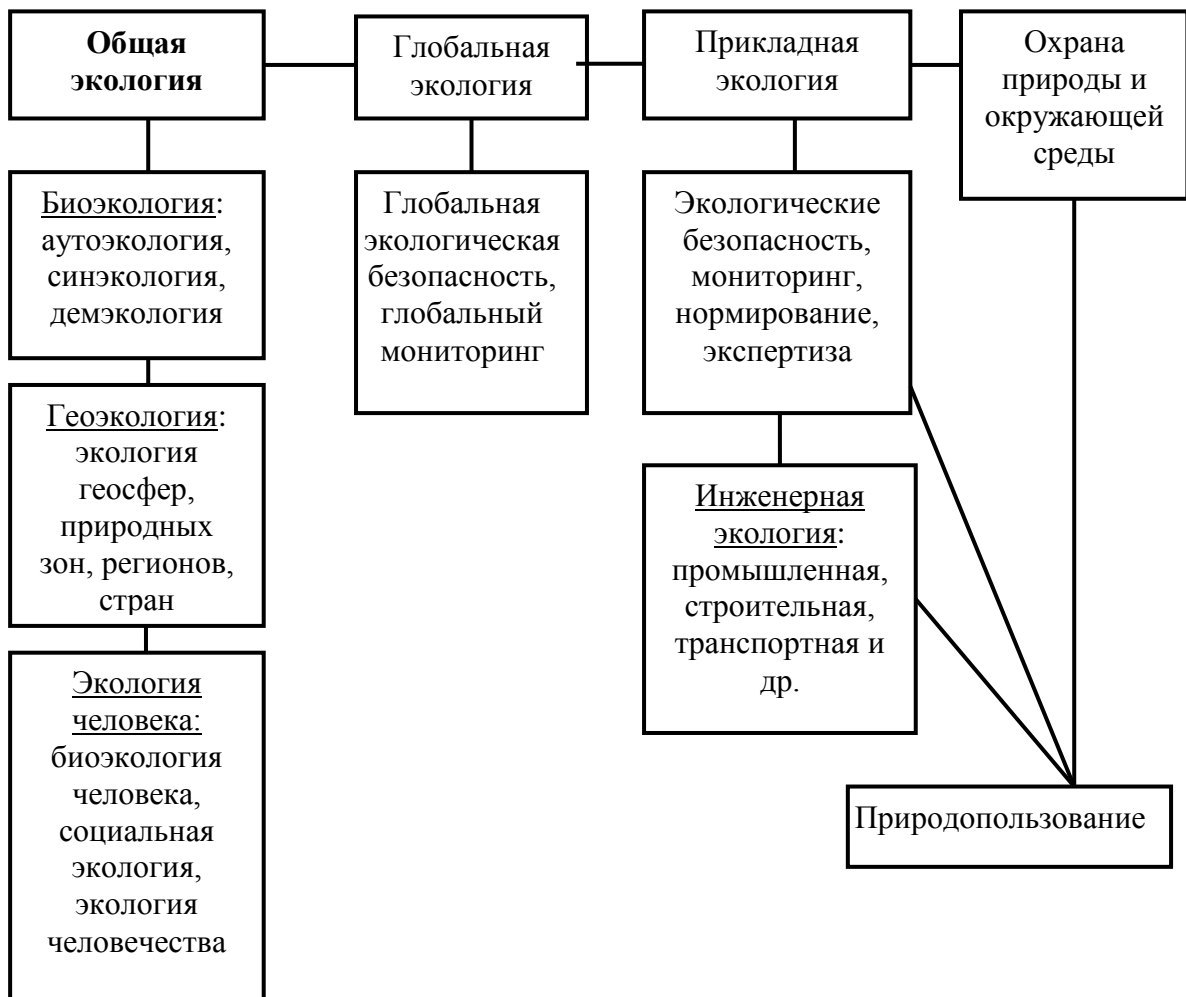


Рисунок 1.1 - Экология и ее основные разделы

Сравнительно недавно появился такой раздел экологии, как «глобальная экология». Она рассматривает экологические процессы и современные тенденции развития биосферы на глобальном уровне; изучает воздействия, которые имеют значение для выживания всего сообщества людей, сохранения популяции вида *Homo sapiens* и современной цивилизации.

Геоэкология изучает взаимоотношения организмов и среды обитания с точки зрения их географической принадлежности. В нее входят: экология сред (воздушной, наземной, почвенной, морской и т.п.), экология природно-климатических зон (тундры, тайги, степи, пустыни и т.п.), экологическое описание географических областей, регионов, стран, континентов.

Экология человека – комплекс дисциплин, исследующих взаимодействие человека как индивида и личности с окружающей его природной и социальной средой.

Прикладная экология – большой комплекс дисциплин, связанных с различными областями человеческой деятельности и взаимоотношений между человеческим обществом и природой. Она формирует экологические критерии экономики, исследует механизмы антропогенных воздействий на природу и окружающую среду, следит за ее качеством, обосновывает нормативы использования природных ресурсов, осуществляет экологическую регламентацию хозяйственной деятельности и многое другое.

1.1.4 Формирование экологических знаний и культуры. Связь экологии с другими науками. Роль и место экологии в системе других наук

Забота о своем «природном доме», обеспечивающем условия существования, 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 так же связан с природой.

Современная экология представляет собой одну из основных фундаментальных наук междисциплинарного характера.

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).

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

К концу XX в. сложилось мнение, что экология как наука становится междисциплинарной и стоит на **стыке** биологических, геолого-географических, технических и социально-экономических наук. Первоначальные классические представления об экологии теперь часто уходят на второй план и вытесняются экологическими проблемами сегодняшнего дня. 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.

Современная экология как самостоятельная научная дисциплина возникла на стыке многих научных направлений и превратилась в науку, изучающую биологические, технические, экономические, эстетические и другие направления, взаимоотношения и взаимосвязи человека (общества)

с другими организмами и неживыми элементами природы, способствует оптимизации отношений в системе «общество – природа».

Экология является **синтетической** наукой. Аутоэкология, демэкология, синэкология тесно связана с такими науками, как биология, ботаника, зоология, география, климатология и другие. Социальная экология не может изучаться без таких наук, как история, антропология, социология, медицина, демография. Прикладная экология затрагивает технические и технологические отрасли наук, а также экономику, природопользование, юриспруденцию, химию, физику. Глобальная экология тесно связана с политологией, мировой экономикой и другими науками.

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

1.1.5 Локальные, региональные и глобальные экологические проблемы

Локальные экологические проблемы включают загрязнение воздушного бассейна, радиоактивное, бактериологическое и химическое загрязнение, промышленные и бытовые отходы, чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера в пределах территории предприятия или производственного комплекса.

Региональные экологические проблемы - проблемы и ситуации, которые затрагивают население отдельных стран или частей материков. В зависимости от характера региональные проблемы могут перерасти в глобальные.

Глобальные экологические проблемы охватывают население всей планеты.

Среди основных **глобальных** экологических проблем можно выделить следующие:

1) нарушение природных сообществ, их деградация, уменьшение биологического разнообразия, нарушение природных потоков энергии и вещества;

2) потребление и изъятие человеком возобновляемых природных ресурсов (почва, растения, пресная вода), достигшее критической скорости с превышением темпов их естественного воспроизводства;

3) сокращение запасов невозобновляемых ресурсов, создающее серьезные экономические проблемы;

4) загрязнение окружающей среды отходами, вызывающее неблагоприятные геоклиматические изменения, угрозу здоровью населения, деградацию экосистем;

5) антропогенное преобразование ландшафтов, приводящее к возникновению зон повышенного экологического риска, экологических бедствий и экономических потерь;

6) химическое и радиационное загрязнение среды, приводящее к мутагенезу и появлению новых биологических форм.

1.1.6 Понятие устойчивого развития и роль экологии в реализации Концепции устойчивого развития

Начиная со второй половины XX века, в связи с прогрессирующим ростом промышленного производства и освоением природных ресурсов, люди все больше стали задумываться над вопросами решения экологических проблем.

В конце 80-х годов XX века широкое распространение получил термин «**устойчивое развитие**», которым обозначалось социально-экономическое и экологическое развитие, направленное на сохранение мира на всей планете, на разумное удовлетворение потребностей людей при одновременном улучшении качества жизни ныне живущих и будущих поколений, на бережное использование ресурсов планеты и сохранение природной среды.

Как видно из данного определения, экологии как науке отводится основополагающая роль в реализации Концепции устойчивого развития, а именно решение задач экологизации и гармонизации отношений человечества и природы, оптимизации природопользования, сохранения и рационального использования природных ресурсов, улучшение качества жизни человека.

1.2 Экология особи – аутоэкология

Как следует из вышеизложенного материала, аутоэкология изучает взаимоотношения представителей вида с окружающей средой и исследует действие совокупности экологических факторов на живые организмы.

1.2.1 Организм, условия его обитания. Уровни организации живых систем. Взаимодействие организма и среды обитания

Спектр объектов экологии охватывает большую часть уровней биологической организации и простирается от единичной особи до биосферы.

Обычно выделяют организменный, популяционный, экосистемный и биосферный уровни (рисунок 1.2).

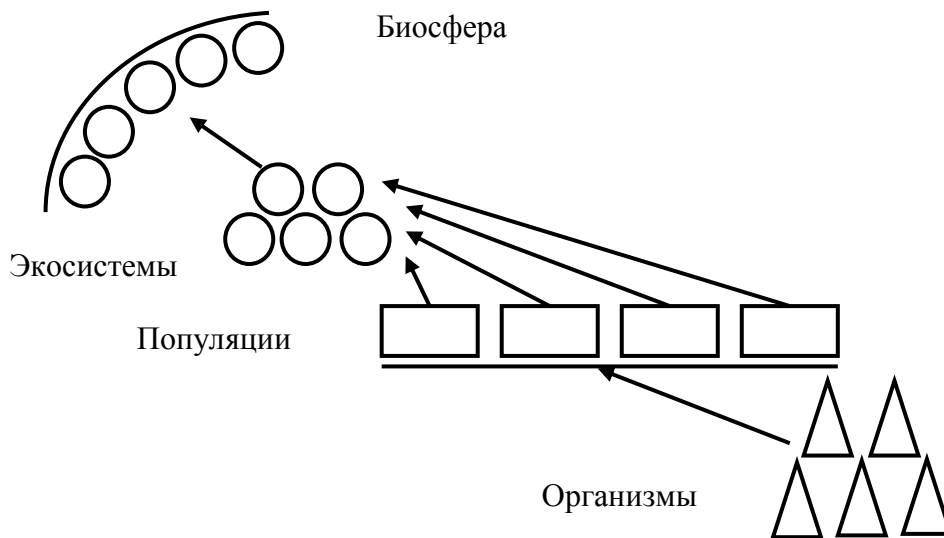


Рисунок 1.2 - Уровни организации живых организмов

Элементарным объектом экологии является живой организм, относящийся к определенной популяции и наблюдаемый в условиях натуральной среды. Гораздо чаще объектом экологического исследования становится группа особей, популяция, представители двух или нескольких взаимодействующих видов или многовидовое сообщество в изменяющейся естественной среде. Совокупность членов популяции образует низшую, или элементарную, подсистему в пределах экологической системы. Совокупность популяций разных видов, сходных по типу питания, образует следующую, промежуточную подсистему – ассоциацию, однотипное сообщество. Совокупность организмов разных трофических группировок завершает структурный ансамбль полной экологической системы. На уровне экосистемы поддерживается устойчивый круговорот веществ и формирование общей среды сообщества организмов. Высшую ступень иерархии занимает биосфера как совокупность экологических и эколого-экономических систем.

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.

Необходимо отметить, что в процессе длительной эволюции живые организмы приспособились к конкретным свойствам среды обитания. Среда обитания - это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он постоянно взаимодействует.

Составные части и свойства среды многообразны и изменчивы. Любое живое существо живет в сложном, постоянно изменяющемся мире, приспособляясь к нему и регулируя свою жизнедеятельность.

Среда обитания состоит из самых разнообразных отдельных условий или элементов среды - климатических, почвенных, биотических, каждый из которых в той или иной степени способен оказывать прямое или косвенное воздействие на живой организм.

При этом одни из них могут быть необходимы для организмов, другие, наоборот, вредны; есть и такие, которые могут быть вообще безразличны для них.

Живые организмы обитают в природной окружающей среде, и на них действуют различные экологические факторы, которые рассматриваются как любое условие или элемент среды.

1.2.2 Экологические факторы и их классификации

Экологические факторы – это такие свойства компонентов экосистемы и ее внешней среды, которые оказывают непосредственное воздействие на особей данной популяции, а также на характер их отношений друг другом и особями других популяций.

Экологические факторы классифицируют по нескольким критериям (рисунок 1.3).

1. Внешние (экзогенные) и внутренние (эндогенные) факторы. Внешними факторами являются солнечная радиация, атмосферное давление, температура и влажность воздуха, ветер, скорость течения воды. К внутренним факторам относятся численность, плотность и структура популяций, пища и ее доступность, концентрации веществ, участвующих в экосистемном круговороте.

2. Экологические факторы также делят на императивные (условия существования – пища, вода, тепло, свет, кислород, без которых невозможны жизнь и развитие организма) и факторы воздействия (действуют не постоянно, но влияют на различные проявления жизнедеятельности и распространение организмов, – например, периодичность дня и ночи).

3. Экологические факторы подразделяют на абиотические (факторы неорганической, неживой природы) и биотические (факторы живой природы). Абиотическими факторами являются температура, влажность, солнечный свет, давление и другие климатические и геофизические факторы; природа самой среды – воздушной, водной, почвенной (эдафические факторы); химический состав среды; физические поля (гравитационное, магнитное, электромагнитное), ионизирующую и проникающую радиацию, суточные и сезонные изменения в природе.

К биотическим факторам относят всю сумму взаимодействий, которые оказывают друг на друга живые организмы. Они подразделяются на три основные группы: топические, трофические, генеративные. Топические факторы определяют взаимоотношения организмов на основе их совместного обитания. Трофические факторы определяют взаимоотношения организмов на основе их совместного питания. Генеративные факторы определяют взаимоотношения организмов на основе их размножения. Биотические факторы также обусловлены внутривидовыми и межвидовыми взаимодействиями. Внутривидовые факторы – это контакты между членами семьи, группы, стада, популяции одного вида: отношения полов, размножение, уход за потомством, иерархия и т.п. Межвидовые факторы – контакты между особями и популяциями разных видов, разнообразные пищевые связи, хищничество, симбиоз, паразитизм и т.п.

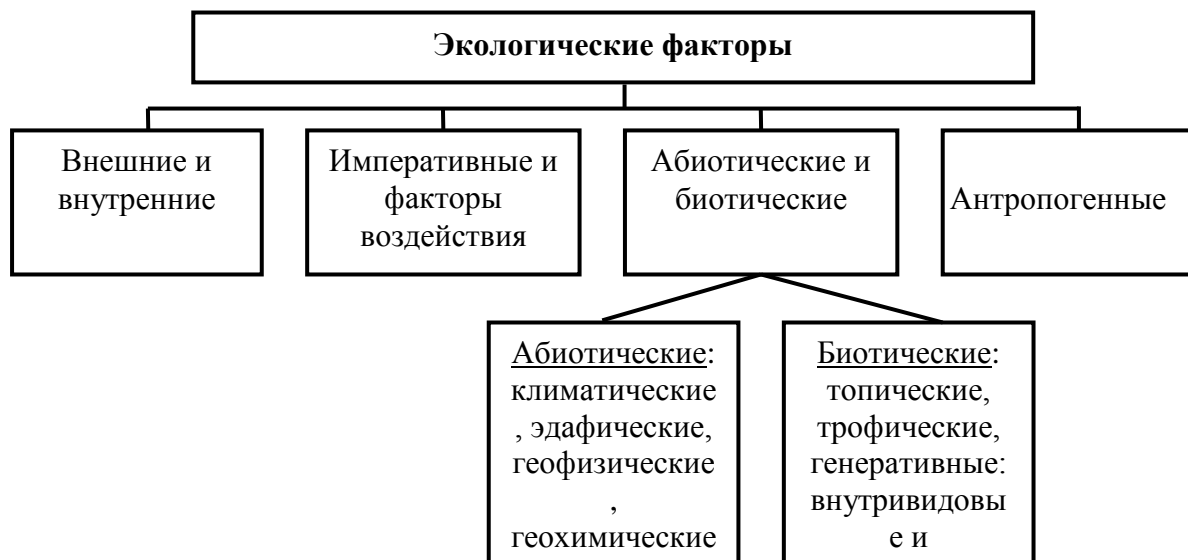


Рисунок 1.3 - Классификация экологических факторов

4. Особую группу составляют антропогенные факторы, порожденные деятельностью человека. Часть их связана с хозяйственным изъятием природных ресурсов, нарушением естественных ландшафтов, заменой природных комплексов сооружениями, коммуникациями, свалками, водохранилищами. Другие антропогенные воздействия

обусловлены загрязнением природной среды побочными продуктами, отходами производства и потребления. Преобладающая часть антропогенных факторов, связанная с производством, применением техники, влиянием промышленности, транспорта, строительства на природные экологические системы и окружающую человека среду, носит название техногенных факторов.

Границы между указанными выше категориями факторов не всегда четки. Некоторые абиотические факторы имеют биогенное или техногенное происхождение (состав воздуха, городской микроклимат), а антропогенные факторы могут иметь биотический и абиотический характер.

1.2.3 Лимитирующие факторы. Закономерности действия биотических и абиотических факторов. Законы минимума и толерантности. Диапазон толерантности

В естественных условиях всегда действует сложный комплекс факторов. Для существования организму требуется оптимальное сочетание экологических факторов – экологический оптимум. Большое значение имеет взаимодействие факторов, за счет которого может быть расширен диапазон выживания. Так, снижение температуры повышает выносливость рыб по отношению к недостатку пищи и кислорода.

Сочетание факторов бывает синергетическим, когда различные воздействия усиливают друг друга и производят больший эффект, чем сумма отдельных влияний (например, действие комплексных удобрений или совместное влияние ветра и температуры на охлаждающую силу среды). Сочетание может быть и негативным, когда наблюдается взаимное ослабление эффектов. Это зависит от того, насколько в данный момент сочетающиеся факторы близки к своим оптимальным значениям.

В совокупности условий существования почти всегда можно выделить фактор, который сильнее других влияет на состояние организма или популяции. Дефицит какого-либо одного важного ресурса (воды, света, тепла, пищи) ограничивает жизнедеятельность даже тогда, когда все остальные условия оптимальны. Такие факторы называют **ограничивающими**, или **лимитирующими**. Их действие обозначают как закон лимитирующих факторов.

Закон лимитирующих факторов: факторы среды, имеющие в конкретных условиях наихудшие значения, ограничивают возможность существования популяции, вида в данных условиях, вопреки и несмотря на оптимальное сочетание других факторов.

Данный закон называют **законом минимума Либиха**, названного в честь основателя агрохимии Ю. Либиха, который сформулировал этот закон в 1840г.

Лимитирующими факторами могут быть не только минимальные, но и максимальные значения фактора: высокая щелочность, чрезмерное содержание кальция или натрия в почве, высокая температура и т.д.

Это наблюдение легло в основу **закона толерантности Шелфорда** (1913 г.): лимитирующим может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору.

Диапазон между минимальным и максимальным значениями фактора называют **диапазоном толерантности**.

Впоследствии закон толерантности был дополнен рядом вспомогательных принципов:

1) организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий диапазон в отношении другого;

2) организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены;

3) при неоптимальности для вида одного экологического фактора может сузиться и диапазон толерантности к другим экологическим факторам;

4) период размножения обычно является критическим; в этот период многие факторы часто становятся лимитирующими.

Как следует из первого принципа, организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий диапазон в отношении другого. Термин с приставкой стено- означает «узкий», с приставкой эври - «широкий»:

- стенотермный – эвритермный (в отношении температуры);
- стеногидрический – эвригидрический (в отношении воды);
- стеногалинный – эвригалинный (в отношении соли);
- стенофагный – эврифагный (в отношении пищи) и т.д.

По данному признаку живые организмы делятся на стенобионтные и эврибионтные. Например, рыба Антарктиды *Trematomus bernacchii* - стенотермна. Диапазон переносимых ею температур составляет всего 4⁰С, от -2⁰ до +2⁰. Карнозубая рыба водоемов пустыни, наоборот, эвритермна – выдерживает воды с температурой от 10⁰ до 40⁰ и эвригалинна – может жить в разных водах: от пресных до более соленых, чем морская вода.

Ценность концепции лимитирующих факторов состоит в том, что она дает экологу отправную точку при исследовании сложных ситуаций. Изучая конкретную ситуацию, эколог может выделить вероятные слабые звенья и сфокусировать свое внимание на тех условиях среды, которые с наибольшей вероятностью могут стать лимитирующими, или критическими.

1.2.4 Экологическое значение основных абиотических факторов

Из многообразия экологических факторов наибольшее значение имеют такие климатические факторы, как температура, свет, тепло, течения, ветры и атмосферное давление, а также вода.

1. Температура. Диапазон температуры, в котором может существовать жизнь, примерно составляет 300°C : от -200°C до $+100^{\circ}\text{C}$. Большинство видов, конечно, живут в более узких диапазонах температур: примерно от $+88^{\circ}\text{C}$ до -50°C . От температуры зависит сезонная и суточная активность растений и животных. Для человека температура также лимитирующий и регулирующий фактор. С учетом состояния нижнего слоя атмосферы разработаны семь классов погоды (в $^{\circ}\text{C}$): комфортная ($+16 \dots +27,9$), прохладная ($+4 \dots +11,9$), холодная (нижний предел: от $-35,9$ (при скорости ветра менее 2 м/с) и до $-11,9$ (при любой скорости ветра) $\dots +4$), суровая ($-70 \dots -35,9$), теплая ($+28 \dots +33$), засушливая ($+33 \dots +40$), жаркая ($+33 \dots +44$).

2. Свет. В отношении света организмы стоят перед дилеммой: с одной стороны, прямое воздействие света на протоплазму смертельно для организма, с другой – свет – первичный источник энергии, без которого невозможна жизнь. В спектре солнечного излучения выделяются три области, различные по биологическому действию: ультрафиолетовая, видимая и инфракрасная. Ультрафиолетовые лучи ($0,005 \dots 0,4$ мкм) глазом человека не воспринимаются, обладают ярко выраженным химическим действием. Лучи с длиной волн до $0,29$ мкм губительны для всего живого. Жизнь на Земле возможна потому, что эти лучи сильно поглощаются атмосферой и у поверхности Земли их сравнительно немного. Ультрафиолетовые лучи убивают бактерии, вызывают загар. Видимые лучи ($0,4 \dots 0,75$ мкм) – воспринимаемая человеческим глазом область спектра, на долю которых приходится почти половина достигающего поверхности Земли солнечного излучения, и они имеют неопределимое значение для организмов. Зеленые растения синтезируют органические вещества и создают пищу для всех остальных организмов за счет энергии этой части спектра. Для фотосинтеза наиболее важное значение имеет синий и красный свет, так как они наиболее сильно поглощаются растениями. Инфракрасные лучи ($0,76 \dots 350$ мкм) также не воспринимаются глазом человека и обладают ярко выраженным тепловым действием. Инфракрасное излучение Земли уносит энергию в мировое пространство, что способствует охлаждению поверхности Земли. Данное излучение, поглощаясь тканями организмов, вызывает их нагревание. В градостроительной экологии важна не только правильная ориентация жилых домов и общественных зданий к солнечным лучам, но и оптимальное планирование улиц и транспортных магистралей. Нужно проектировать и открытые, освещенные солнцем территории, и затененные

участки для отдыха. Проектировщики и строители обязаны обеспечить обязательную инсоляцию жилых помещений и территории не менее 3 часов непрерывного солнечного облучения. Уровень солнечной радиации напрямую зависит от степени загрязнения воздуха: загрязняющие вещества (особенно твердые частицы) поглощают солнечный свет.

3. Тепло. Это один из энергетических компонентов экосистем и лимитирующий фактор. Тепловое излучение исходит от поверхности тел, температура которых выше абсолютного нуля. Тепло излучают почва, вода, растения, облака, живые организмы. Большое экологическое значение имеют суточные и сезонные колебания тепловой энергии. Огромное количество тепловой энергии расходуется на испарение воды, образование тепловых потоков воздуха, рассеивается в мировом пространстве. Любой фактор, замедляющий выход энергии в космос, может привести к парниковому эффекту и повышению температуры биосферы. Тепловая энергия поддерживает температуру, влияет на почву, приводит в движение круговорот воды.

4. Течение. В гидросфере редко и недолго бывает полный покой. Водные течения влияют не только на концентрацию газов и питательных веществ, но и непосредственно действуют как лимитирующие факторы как на видовом уровне, так и на уровне сообществ. Стоячая вода создает стрессовые условия для экосистемы, а проточная и сезонно затапливающая действует как дополнительный источник энергии, повышающий продуктивность.

5. Ветер. Он оказывает лимитирующее воздействие на активность и распределение организмов на суше. Ветер способен менять внешний вид растений. Движение воздуха, как и течение воды, благоприятно влияет на увеличение продуктивности; ураган способен переносить животных и растения на большие расстояния и изменять состав сообществ. В сухих районах ветер является важным лимитирующим фактором для растений, поскольку он увеличивает скорость испарения и потери влаги. При проектировании городов полагается изучить ветровой режим, господствующие направления и силу ветра, периодичность его по временам года для учета при выборе места строительства, определенной планировочной структуры застройки, направления улиц и т.д. В городе, как и в квартире, важно хорошее проветривание, так как в его отсутствие возникает риск образования смога - скопления загрязняющих веществ у поверхности земли. В условиях непродуваемости воздушного бассейна города важное значение имеют внедрение малоотходной технологии, установка пылегазоуловителей, дополнительная очистка вредных выбросов и другие меры, направленные на сохранение чистоты атмосферного воздуха.

6. Давление. Атмосферное давление не является лимитирующим фактором непосредственного действия, хотя животные и люди,

несомненно, реагируют на его изменения. Однако давление имеет прямое отношение к погоде и климату, которые являются лимитирующими факторами. В океане гидростатическое давление играет огромную роль. С погружением в воду на каждые 10 м давление повышается на 1 атмосферу. В горах, наоборот, на каждые 10 м высоты давление падает на 1 атмосферу.

7. Атмосферные газы. Концентрация углекислого газа (0,03 % по объему) и кислорода (21 % по объему) в современной атмосфере является лимитирующей для организмов. Увеличение концентрации углекислого газа, как и недостаток кислорода, смертельно для живых организмов.

8. Вода. С экологической точки зрения также является лимитирующим фактором. Количество осадков, влажность, доступный запас поверхностных вод относятся к основным показателям этого фактора. Распределение осадков по временам года – очень важный лимитирующий фактор для организмов. Равномерное выпадение их в течение года или выпадение этого же количества за один сезон имеет большое значение. Под влажностью понимают количество содержащихся водяных паров в воздухе. В природе существует суточный режим влажности (ночью повышается, днем понижается) и колебания ее показателей по вертикали и горизонтали. Это обстоятельство, наряду со светом и температурой, также играет важную роль в регулировании активности организмов и их распространении. Доступный запас поверхностных вод прежде всего зависит от количества атмосферных осадков. Однако запасы эти могут пополняться за счет подземных источников. Иногда дождевая вода сразу же становится недоступной для организмов из-за быстрого просачивания сквозь пористую почву. Истощение запасов и загрязнение источников воды также вскоре могут оказаться лимитирующими факторами.

Рассмотрение в отдельности каждого лимитирующего фактора не должно создавать впечатления об их независимости и изолированности друг от друга. Экологические лимитирующие факторы тесно взаимосвязаны между собой. Например, температура оказывает более выраженное лимитирующее влияние на организмы, если условия влажности близки к критическим, т.е. если влажность очень велика или очень мала.

1.3 Экология популяций – демэкология

Демэкология, или популяционная экология, является подразделом биоэкологии и изучает популяции живых организмов, жизнедеятельность животных и растений как во внутри-, так и в межпопуляционном сообществах.

1.3.1 Понятие популяции

Популяция – это совокупность особей одного биологического вида, длительное время населяющих определенное пространство, имеющих общий генофонд, возможность свободно скрещиваться и в той или иной степени изолированных от других популяций этого вида.

Термин «популяция» впервые применил датский генетик В. Иогансен в 1903 г. Популяция занимает двойственное положение в иерархии биологических систем: она находится у начала генетико-эволюционной иерархии и одновременно у начала функционально-экологической иерархии (рисунок 1.4).

Популяция - элементарная форма существования и эволюции вида в природе. Различают географические и экологические популяции. Популяции могут быть монолитными или состоять из группировок субпопуляционного уровня – семей, кланов, стад, стай и т.п.

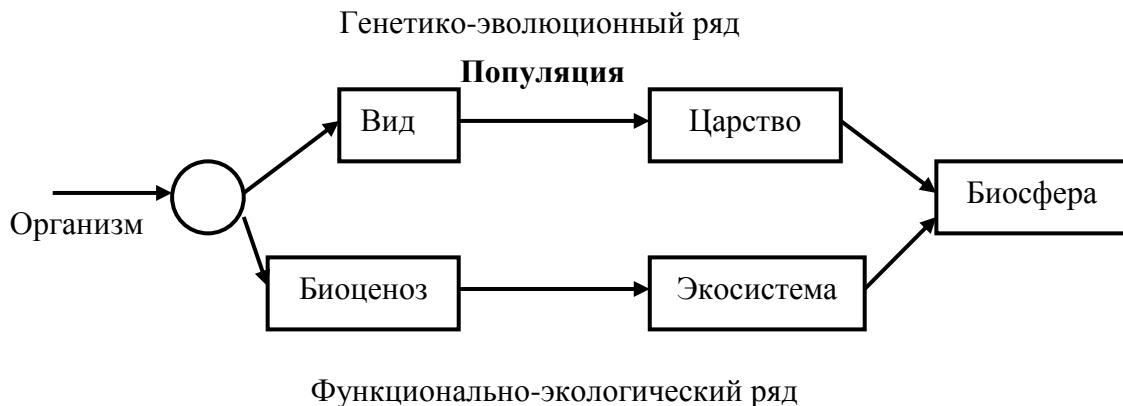


Рисунок 1.4 - Положение популяции в структуре биосистем биосферы

Изучение популяций является важным разделом современной биологии на стыке экологии и генетики. Практическое значение популяционной экологии заключается в том, что популяции являются реальными единицами биомониторинга, эксплуатации и охраны природных экосистем. Взаимодействие людей с организмами, находящимися в природной среде или под хозяйственным контролем, происходит, как правило, через популяции.

1.3.2 Статистические характеристики популяции

1. Численность и плотность. Под численностью и плотностью популяции понимают число особей, приходящееся в среднем на единицу площади или объема. В зависимости от внешних и внутренних факторов численность и плотность популяций колеблется во времени – по годам,

сезонам, от поколения к поколению. Точная численность природных популяций может быть установлена только в случаях хорошей изоляции. В разных популяциях растений и животных может быть и несколько десятков, и миллионы особей; они могут занимать территории в несколько квадратных метров и многие тысячи квадратных километров.

2. Биомасса. Под биомассой популяции понимают количество живого вещества, населяющего определенную территорию. Биомасса выражается в г/м^2 или в г/м^3 . Биомасса зависит от **биологической продуктивности** – количества органического вещества, производимого организмами в единицу времени.

Биомасса суши составляет $6,5 \cdot 10^{12}$ т, биомасса океана – $2,9 \cdot 10^9$ т. На суше масса растений составляет 98 %, масса животных – 2 %.

3. Возрастной и половой состав. Половая структура популяции – это соотношение в ней особей разного пола. Существенное значение она имеет для тех форм, у которых четко выражена половая бисексуальность, – преимущественно для членистоногих и позвоночных животных. У большинства таких животных соотношение полов определяется при возникновении отличия в одной из пар хромосом мужских и женских особей. Такое двухфакторное хромосомное определение пола обеспечивает равную численность полов (первичное соотношение полов). В ряде случаев соотношение полов определяется не генетическими, а физиологическими, гормональными факторами и условиями среды, действующими после оплодотворения (вторичное соотношение полов). Например, у многих рептилий, а также у муравьев и термитов формирование пола существенно зависит от температуры эмбрионального развития. Известны примеры, когда изменение экологических условий по-разному влияет на смертность самцов и самок. Это приводит к колебаниям их соотношения от года к году; в разных популяциях одного вида соотношение самцов и самок может оказаться различным (третичное соотношение полов).

Возрастная структура популяций – соотношение в составе популяции особей разного возраста, представляющих один или разные приплоды одного или нескольких поколений. Возрастная структура популяций отражает интенсивность размножения, уровень смертности, скорость смены поколений. Возрастной состав любой популяции зависит от многих факторов: времени достижения половой зрелости, общей продолжительности жизни, длительности периода размножения, продолжительности поколения, частоты приплодов, характера смертности в разных половозрастных группах, типа динамики численности.

1.3.3 Экологическая структура популяции

Экологическая структура популяции связана с пространственным размещением особей популяции.

Пространственная структура популяции – это характер размещения и распределения отдельных членов популяции и их группировок на популяционной территории (в ареале). В популяции реализуется **принцип территориальности**: все особи и их группы обладают индивидуальным и групповым пространством, возникающим в результате активного физико-химического или поведенческого разобщения. Например, в соответствии с разными функциями у птиц и млекопитающих выделяют гнездовые территории, брачные территории, кормовые территории.

Территориальность часто сочетается с агрегацией, или группировкой, особей, которая усиливает конкуренцию между индивидами, но способствует выживанию группы в целом. Так образуются стаи, стада, колонии и другие объединения особей.

Для внутренней структуры большинства популяций в разное время характерно образование групп разных размеров. Такие группы возникают 1) вследствие местных различий условий среды; 2) под влиянием суточных и сезонных изменений погоды; 3) в связи с процессом размножения; 4) в результате социального притяжения (у высших животных).

Различают случайное, равномерное и групповое распределение особей в популяциях (рисунок 1.5).

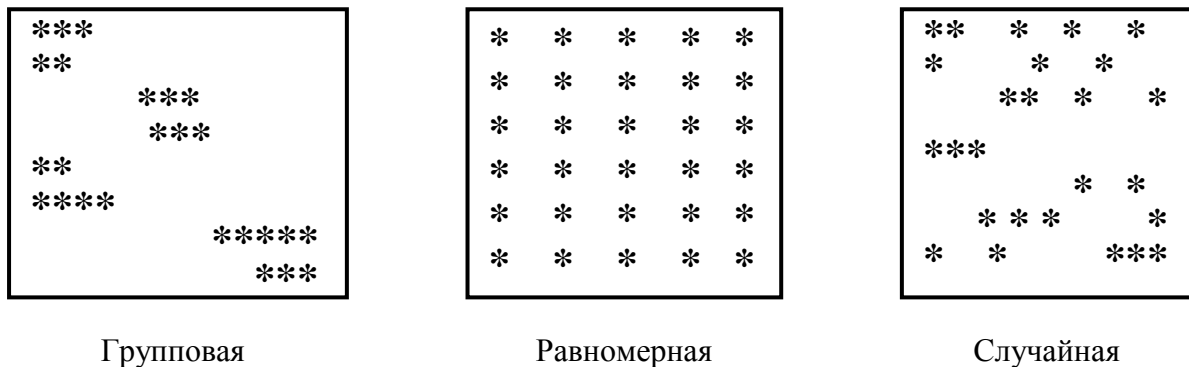


Рисунок 1.5 - Пространственная структура популяции

Для разных организмов существуют определенные индивидуальные площади и радиусы трофической, кормовой активности и радиусы репродуктивной активности – среднее расстояние между местом образования (рождения и местом размножения). Соответственно различается протяженность маршрутов, подвижность и затраты энергии при пищевом поведении и внутривидовых контактах.

В. Олли сформулировал **принцип агрегации** (общей плотности популяции) особей в популяции: скопление особей усиливает конкуренцию между ними за пищевые ресурсы и жизненное пространство, но приводит к повышению способности группы к выживанию. Иными словами, для каждого вида животных существует оптимальный размер группы и оптимальная плотность популяции.

1.3.4 Динамические характеристики популяции. Кривые роста численности. Экологическая емкость среды

К динамическим характеристикам популяции относятся: рождаемость, смертность, кривые выживания, скорость роста.

Если не принимать во внимание возможную миграцию, то численность популяции определяется соотношением рождаемости и смертности, на которые оказывают влияние внешние и внутренние популяционные факторы. **Общая рождаемость** – это число новых особей ΔN_n , добавляющихся за время Δt . Так как оно зависит от числа уже имеющихся особей, то для определения численности популяции лучше использовать показатель **удельной рождаемости** $b = \Delta N_n / \Delta t N$, где N – исходная численность популяции. Максимально возможная рождаемость реализуется только при отсутствии каких бы то ни было ограничений. Соответственно, **общая смертность** – это число особей, погибающих в единицу времени (ΔN_m); **удельная смертность** $m = \Delta N_m / \Delta t N$. Минимальная смертность возможна только в идеальных условиях. Сопротивление среды повышает ее до реальной (экологической) смертности. Факторами сопротивления среды являются: недостаток пищи, действие неблагоприятных абиотических факторов, конкуренция, отклонение в развитии, болезни, паразиты, хищники, нехватка пространства и т.п.

Потенциальная способность к размножению у многих организмов огромна. У простейших в благоприятных условиях промежутки между последовательными делениями может сокращаться до нескольких минут. Гриб склеропора, паразитирующий на кукурузе, порождает до 6 млрд. спор на одно растение в день.

Изменения численности популяций в какой-то период определяются разностью относительных величин рождаемости и смертности. Это «мгновенная» **удельная скорость, или постоянная роста численности**. Ее называют биотическим, или репродуктивным потенциалом:

$$r = b - m = (\Delta N_n - \Delta N_m) / \Delta t N = \Delta N / \Delta t N.$$

При полном отсутствии сопротивления среды наблюдается **экспоненциальный** рост популяции, так как прирост числа особей $\Delta N / N$

пропорционален уже имеющемуся их числу N (рис. 1.6, а). Это можно выразить дифференциальным уравнением:

$$\frac{dN}{dt} = rN, \text{ или иначе: } N_t = N_0 e^{rt},$$

где N_0 – исходное число особей.

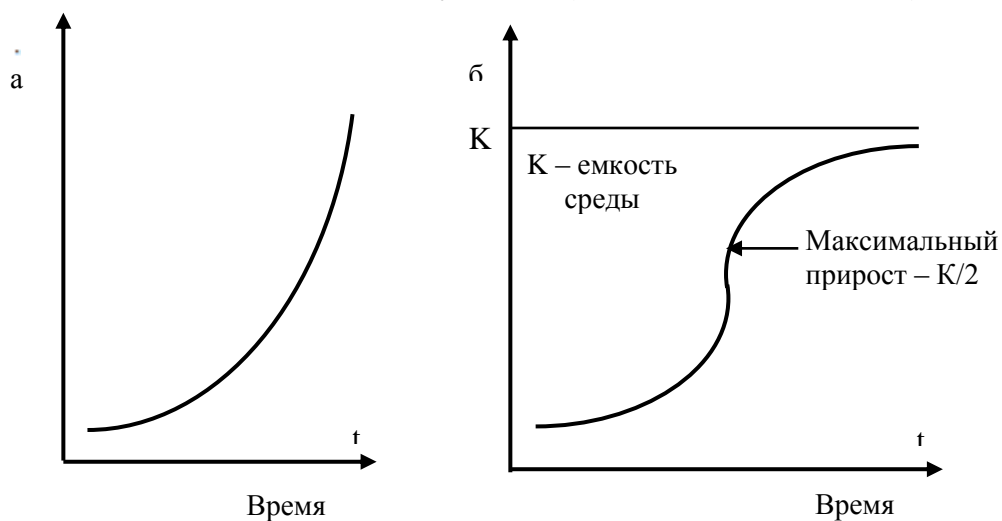
В популяции микроорганизмов, которая каждые два дня увеличивается в 10 раз, $r = 1,15$ особей/сутки. Для амбарного долгоносика, полевой мыши и человека r составляют соответственно 39,6; 4,5 и 0,02 в год; это означает удвоение популяции соответственно через 1 неделю, 8 недель и 35 лет. Между репродуктивным потенциалом и временем генерации у разных организмов существует четко выраженная обратная зависимость.

В природных условиях рост популяции рано или поздно прекращается из-за сопротивления среды, которое тем больше, чем больше численность популяции. Поэтому реальная кривая роста принимает S-образную форму (рис. 1.6, б), подчиняясь **логистической** зависимости:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(\frac{K - N}{K} \right),$$

где K – «предельная» численность, соответствующая емкости среды.

После начальной логарифмической фазы кривая роста асимптотически приближается к уровню максимальной численности и плотности насыщения, когда смертность равна рождаемости ($b=m$). В таких условиях коэффициент r не остается постоянным, а изменяется в зависимости от численности популяции (плотности населения).



а – экспоненциальная кривая роста; б – логистическая кривая роста

Рисунок 1.6 - Кривые роста численности популяций

Размер популяции поддерживается вблизи K различными способами. У видов, живущих в ненадежных местообитаниях с высоким сопротивлением среды, репродуктивный потенциал должен быть очень большим. Напротив, виды, живущие в стабильных экосистемах с малым сопротивлением среды, или виды с развитой заботой о потомстве, образующие семьи или стада, имеют низкую смертность и обходятся малым репродуктивным потенциалом.

В связи с изменением условий среды численность и плотность популяций постоянно изменяется. Обычно эти изменения неупорядочены и зависят от случайного сочетания многих факторов. Но в любом случае плотность популяции колеблется вблизи уровня средней емкости среды. Если сопротивление среды длительное время понижено, например, благодаря благоприятным погодным и кормовым условиям, то у видов с перекрывающимися поколениями может наблюдаться быстрое размножение. Так происходят массовые вспышки численности у насекомых. Для некоторых популяций характерны относительно упорядоченные колебания численности с чередованием подъемов и спадов через определенные интервалы времени – от трех до десяти лет. Причиной такой цикличности является внутривидовой репродуктивный ритм или же взаимовлияние популяций хищника и жертвы.

1.3.6 Регуляция численности популяций. Стратегии выживания

Функционирование популяций связано с плотностью населения. Рациональное использование территории предусматривает определенное ограничение плотности, рассредоточение особей (групп) в пространстве. Осуществление внутривидовых функций, напротив, требует определенной концентрации особей, обеспечивающей устойчивое поддержание контактов. Под оптимальной плотностью населения можно понимать такой ее уровень, при котором эти две биологические задачи уравновешены.

Поддержание плотности населения на оптимальном уровне – сложный процесс биологического регулирования, действующий по принципу обратной связи.

Плотность населения популяции можно поддерживать на оптимальном уровне через регуляцию плодовитости и смертности. В общем случае, увеличение плотности населения в популяции приводит к снижению скорости роста популяции и повышению смертности вследствие увеличения конкуренции особей внутри популяции. Например, у рыб выживаемость молоди и темпы ее роста снижаются при увеличении суммарного количества икры на местах нереста. У волков Актюбинской области при высокой плотности возрастает смертность молодняка и задерживается размножение взрослых самок.

В процессах регуляции плодовитости и смертности у животных большое распространение имеет химическая регуляция. Например, у мучного хрущака установление определенной плотности идет не по причине нехватки пищи, а связано с регулирующим действием газообразного секрета специфических желез – этилквинона. Интенсивность выделения этого секрета прямо пропорциональна частоте контактов (т.е. плотности населения); действие его проявляется в замедлении роста и развития личинок, а при возрастании концентрации – и в увеличении их гибели. Аналогичные формы регуляции установлены для многих других животных: рыбы, амфибии, простейшие, моллюски, иглокожие, ракообразные.

Регуляция через поведение более свойственна высшим животным. У многих животных возрастающая при увеличении плотности населения частота прямых контактов особей приводит к каннибализму. Например, у птиц старшие птенцы при недостатке корма съедают своих собратьев. Поведенческая регуляция часто связана со структурой внутривидовых групп. Например, у цейлонских макаков при нехватке кормов низкоранговые особи не имеют возможности нормально питаться и погибают; в результате размеры популяции этих обезьян четко реагируют на изменение кормовой базы.

Регуляция через структуру затрагивает поведенческие и физиологические механизмы репродукции. Вследствие структурированности взаимоотношений в группах часть особей испытывает состояние напряженности (стресса). При повышении плотности населения общий уровень стресса в популяции возрастает. Стресс влияет на физиологическое состояние особей (например, возрастание концентрации стрессовых гормонов), что может привести, в крайнем случае, к гибели животного. Динамика уровня стресса имеет значение и в регуляции интенсивности размножения: состояние стресса гормонально снижает репродуктивные функции. Большую роль в стимуляции стрессового состояния играет агрессивное поведение, которое возрастает при увеличении плотности населения в популяции. В некоторых случаях агрессия может выступать как прямой фактор ограничения численности. Например, рост численности и плотности населения домовых мышей всегда сопровождается увеличением числа драк. По достижении определенного порога частота драк становилась фактором ограничения дальнейшего роста плотности – из-за увеличения гибели молодняка, а также через развитие стресс-реакции.

Регуляция дисперсии особей в пространстве. Дисперсия в пространстве – выселение особей из состава размножающихся группировок. При этом расширяется занятая популяцией территория, и оптимальная плотность поддерживается без снижения численности.

Экологическая стратегия выживания - стремление организмов к

выживанию. Экологических стратегий выживания множество. Например, еще в 30-х гг. А. Г. Роменский (1938г.) среди растений различал три основных типа стратегий выживания, направленных на повышение вероятности выжить и оставить после себя потомство: виоленты, пациенты и эксплеренты.

Виоленты (силовики) - подавляют всех конкурентов, например, деревья, образующие коренные леса.

Пациенты - виды, способные выжить в неблагоприятных условиях («тенелюбивые», «солелюбивые» и т. п.).

Эксплеренты (наполняющие) - виды, способные быстро появляться там, где нарушены коренные сообщества, — на вырубках и гарях (осины), на отмелях и т. д.

Все многообразие экологических стратегий заключено между двумя типами эволюционного отбора, которые обозначаются константами логистического уравнения: r-стратегия и K-стратегия. Тип r-стратегия, или r-отбор, определяется отбором, направленным прежде всего на повышение скорости роста популяции и, следовательно, таких качеств, как высокая плодовитость, ранняя половозрелость, короткий жизненный цикл, способность быстро распространяться на новые местообитания и пережить неблагоприятное время в покоящейся стадии. K-стратегия (или K-отбор) направлена на повышение выживаемости в условиях уже стабилизировавшейся численности. Это отбор на конкурентоспособность, повышение защищенности от хищников и паразитов, повышение вероятности выживаемости каждого потомка, на развитие более совершенных внутривидовых механизмов численности.

Очевидно, что каждый организм испытывает на себе комбинацию r- и K-отбора, но r-отбор преобладает на ранней стадии развития популяции, а K-отбор уже характерен для стабилизированных систем. Но все-таки оставляемые отбором особи должны обладать достаточно высокой плодовитостью и достаточно развитой способностью выжить при наличии конкуренции и «пресса» хищников. Конкуренция r- и K-отбора позволяет выделять разные типы стратегий и ранжировать виды по величинам r и K в любой группе организмов.

1.4 Экология сообществ – синэкология

Синэкология, или биогеоценология, изучает экологические элементы и характеристики составных элементарных единиц биосферы: биоценозов, биогеоценозов и экосистем.

1.4.1 Понятие о биоценозе, биогеоценозе и экосистеме. Экосистема как структурно-функциональная единица биосферы

Основным объектом экологии является экологическая система. Данный термин введен в экологию английским ботаником А. Тенсли (1935 г.).

Экосистема – пространственно определенная совокупность живых организмов разных видов и среды их обитания, объединенных вещественно-энергетическими и информационными взаимодействиями.

Понятие экосистемы приложимо как к относительно простым искусственным (аквариум, теплица, пшеничное поле), так и к сложным естественным комплексам организмов и среды обитания (лес, болото, озеро, океан, биосфера).

Каждая наземная экосистема включает абиотический компонент – **биотоп**, или **экотоп** (участок с одинаковыми ландшафтными, климатическими, почвенными, гидрологическими условиями) и биотический компонент – сообщество, или **биоценоз** (совокупность всех живых организмов, населяющих данный биотоп). Биотоп является общим местообитанием для всех членов сообщества. Биоценозы состоят из представителей многих видов растений, животных и микроорганизмов. Практически каждый вид в биоценозе представлен многими особями разного пола и возраста. Они образуют популяции или часть популяции данного вида в экосистеме.

Члены сообщества тесно взаимодействуют со средой обитания; биоценоз трудно рассматривать отдельно от биотопа. Поэтому их объединяют под названием биогеоценоза (рисунок 1.7):

$$\text{Биотоп} + \text{Биоценоз} = \text{Биогеоценоз.}$$

Биогеоценоз – это элементарная наземная экосистема, главная форма существования природных экосистем.

Для большинства биогеоценозов определяющей характеристикой является определенный тип растительности, по которому судят о принадлежности однородных биогеоценозов к данному экологическому сообществу (сообщества березового леса, мангровой заросли, ковыльной степи и т.п.).

Важной характеристикой экосистем является разнообразие видового состава. При этом выявляется ряд закономерностей:

- чем разнообразнее условия биотопа в пределах экосистемы, тем больше видов содержит соответствующий биоценоз;
- чем больше видов содержит экосистема, тем меньше особей насчитывают соответствующие видовые популяции;

– чем больше разнообразие биоценоза, тем больше экологическая устойчивость экосистемы; биоценозы с малым разнообразием подвержены большим колебаниям численности доминирующих видов;

– эксплуатируемые человеком системы, представленные одним или очень малым числом видов, неустойчивы по своей природе и неспособны к самоподдерживанию.

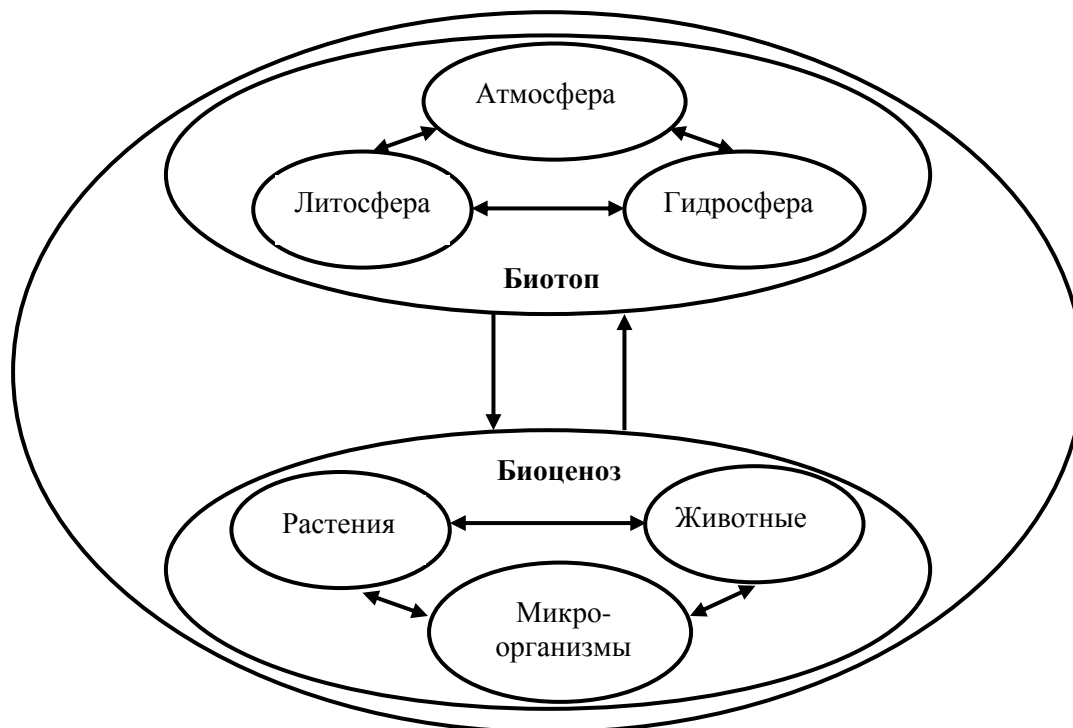


Рисунок 1.7 - Схема биогеоценоза

Никакая часть экосистемы не может существовать без другой. Если изменяется один компонент экосистемы, это неизбежно приводит к возникновению изменений в других компонентах экосистемы.

1.4.2 Основные формы межвидовых связей в экосистемах

Принадлежность к разным трофическим уровням и топические различия между членами одной экосистемы определяют все варианты межвидовых биотических взаимоотношений между организмами. В большинстве случаев они могут быть представлены в виде влияний на численность взаимодействующих популяций (таблица 1.1).

Межвидовая конкуренция является одним из основных механизмов поддержания видовой структуры сообщества. Конкуренция не обязательно сопровождается прямым угнетением взаимодействующих видов (интерференция), но ограничивает численность их популяций в столкновении за ресурс – пищу, пространство, убежища и т.п.

Таблица 1.1 - Классификация межвидовых отношений в зависимости от влияния численности одного вида на численность другого

Влияние первого вида на второй	Влияние второго вида на первый	Тип взаимодействия	Пример
0	0	Нейтрализм	Отсутствие взаимодействия
-	0	Аменсализм (антибиоз)	Одностороннее угнетение (грибы – продуценты антибиотиков и бактерии; фитонциды и вредители растений)
+	0	Комменсализм	Одностороннее благоприятствование (лев и грифы – падальщики; акула и рыбы – прилипалы, птицы в дуплах или на ветвях деревьев)
-	-	Конкуренция	Взаимное ограничение в виде прямого угнетения или конкурентного вытеснения (овцы и кролики; писец и полярная сова; разные виды лесных грызунов)
+	-	Ресурс-эксплуататор	Односторонняя эксплуатация (растения и растениеядные животные; хищники и их жертвы (хищничество); животное-хозяин и глист-паразит (паразитизм))
+	+	Мутуализм (симбиоз)	Взаимное благоприятствование (лишайник – симбиоз гриба и водоросли; микронаселение сложных желудков и жвачных животных)
±	±	Протокооперация	Взаимное благоприятствование, смешанное с эксплуатацией (цветковые растения и опыляющие их насекомые и птицы; тля и муравьи)

Примечание: (0) – отсутствие влияния; (-) – угнетение; (+) – благоприятствование.

При этом возможно установление динамического конкурентного равновесия между популяциями. В других случаях, когда экологическая ниша одного из видов оказывается больше, наблюдается конкурентное вытеснение или конкурентное исключение популяции другого вида, т.е.

сближение с аменсализмом. В отличие от хищничества, межвидовая конкуренция непреходяща и завершается лишь с гибелью более слабого конкурента или с вытеснением его из сообщества. Эта закономерность называется **принципом конкурентного исключения Г.Ф. Гаузе**.

Конкуренция оказывает большое влияние на структуру биоценозов. Благодаря ей устанавливается определенная иерархия, выделяются доминирующие и второстепенные члены сообщества, формируется соотношение численности популяций.

Многие из отношений, отраженные в таблице 1.1, свойственны не только межвидовым, но и внутривидовым взаимодействиям. Все они в той или иной форме проявляются и в человеческом обществе. По отношению к природе человек зачастую выступает как типичный эксплуататор; круг его жертв неизмеримо больше, чем у любого хищника. А разрушая и загрязняя окружающую среду, человек превращает большинство остальных видов в аменсалов и жертв.

1.4.3 Энергия в экосистемах. Потоки веществ и энергии в экосистемах. Правило Линдемана. Концепция продуктивности

Свойства энергии определяются первым и вторым законами термодинамики.

Первый закон термодинамики: энергия может переходить из одной формы в другую – она не исчезает и не создается вновь.

Второй закон термодинамики: поскольку некоторая часть энергии всегда рассеивается в недоступном для использования виде – тепловой энергии, - эффективность самопроизвольного превращения кинетической энергии (например, света) в потенциальную (например, энергию химических соединений) всегда меньше 100 %.

Количество энергии, поступающей в экосистему извне, равно сумме энергии, покидающей экосистему и остающейся в экосистеме. Эффективность процесса переноса энергии никогда не достигает 100%, поскольку часть энергии утрачивается в виде тепла. Известно, что тепловая энергия никогда не может быть полностью превращена в полезную работу. Сходным образом в живых системах не вся энергия, высвобождающаяся в процессе расщепления высокоэнергетических соединений, поступивших с пищей, может быть использована в других реакциях, потому что часть энергии всегда превращается в тепло. В этом и заключается одна из причин, почему на вершине пищевых цепей мы видим значительно меньшее число организмов. Потеря энергии на каждом этапе восхождения по пищевой цепи приводит к тому, что на вершине может существовать лишь небольшое число организмов. Количество энергии, выделяющейся в виде тепла в процессе переноса энергии по

пищевой цепи, восполняется за счет внешнего источника (например, солнечной энергии).

В настоящее время сформировалось представление, согласно которому по законам термодинамики в открытых системах с потоком энергии вынужденно возникают динамические структуры в виде циклов, переносящих энергии, - упорядоченные круговороты вещества. Цикл синтеза и распада органического вещества в биосфере, названный биотическим круговоротом.

Важнейшая термодинамическая характеристика организмов, экосистем и биосферы в целом – способность создавать и поддерживать высокую степень внутренней упорядоченности.

Источником энергии в биосфере является поток солнечной энергии L . Большая ее часть (L_u) рассеивается в виде теплоты. Часть энергии (L_a), эффективно поглощенная растениями, преобразуется в процессе фотосинтеза в энергию P_g химических связей углеводов и других органических веществ. Это валовая первичная продукция (ВПП, брутто-продукция) экосистемы. Часть ее веществ окисляется в процессе дыхания растений и освобождает энергию R , которая используется в других биохимических процессах, протекающих в растении, и в конечном счете также рассеивается в виде тепла.

Оставшаяся часть новообразованных органических веществ обуславливает прирост биомассы растений $\Delta B = P_n$ – чистую первичную продукцию (ЧПП, нетто-продукция) экосистемы: $P_n = P_g - R$. Отношение чистой продукции к валовой, т.е. коэффициент эффективности фотосинтеза ($K_{эфф.} = P_n / P_g$), зависит от типа растительности. Он велик у быстрорастущих однолетних трав (от 0,7 до 0,85), но мал во влажном тропическом лесу (0,2...0,3), где очень интенсивно дыхание растений.

Важными характеристиками различных экосистем являются также продуктивные коэффициенты – отношения продукции к биомассе: P_g / B и P_n / B . Они всегда велики в сообществах мелких организмов с короткой продолжительностью жизни (планктон, однолетние травы).

Прирост биомассы используется: часть потребляется фитофагами, остальное перерабатывают сапрофаги и редуценты. Фитофаги и другие животные питаются, размножаются, растут и также дают продукцию. Это вторичная продукция экосистемы. Она образована не только биомассой, но и некоторыми продуктами жизнедеятельности животных (приплод, яйца, шелк, мед, шерсть, молоко, воск).

Суммарная биомасса стабильной экосистемы относительно постоянна. При переходе с одного трофического уровня на другой часть доступной энергии не воспринимается (N_u), часть отдается в виде тепла, экскрементов (N_a), а часть расходуется на дыхание (R). В среднем, при переходе с одного трофического уровня на другой общая энергия уменьшается приблизительно на порядок. Данная закономерность

называется правилом пирамиды энергий Р. Линдемана (1942 г.) или **правилом десяти процентов**. Чем длиннее пищевая цепь, тем меньше остается к ее концу доступной энергии. Поэтому число трофических уровней никогда не бывает большим. Для биосферы в целом доля возможного потребления чистой первичной продукции (на уровне консументов высшего порядка) не превышает одного процента. Данная закономерность называется **правилом одного процента Р. Линдемана**.

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 скорость 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.

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.

1.4.4 Трофическая структура биоценоза

В каждую экосистему входят группы организмов разных видов, различаемые по способу питания (трофическая структура биоценоза).

Автотрофы («самопитающиеся») – организмы, образующие органическое вещество своего тела из неорганических веществ – оксида

углерода и воды – посредством процессов фотосинтеза (зеленые растения) и хемосинтеза (бактерии, использующие в качестве источника энергии окисление водорода, серы, сероводорода, аммиака, железа). Автотрофы составляют основную массу всех живых существ и полностью отвечают за образование всего нового органического вещества в любой экосистеме, т.е. являются 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. Гетеротрофы выступают как потребители и деструкторы (разрушители) органических веществ. В зависимости от источников питания и участия в деструкции они также подразделяются на несколько категорий: консументов, детритофагов и редуцентов.

Консументы – потребители органического вещества живых организмов. К их числу относятся:

- растительноядные животные (первичные консументы - фитофаги), питающиеся живыми растениями (тля, кузнечик, овца и др.);
- плотоядные животные (вторичные консументы - зоофаги), поедающие других животных, - различные хищники, нападающие не только на фитофагов, но и на других хищников;
- паразиты (третичные консументы), живущие за счет веществ организма-хозяина; это не только животные (черви, насекомые, клещи), но и микроорганизмы (вирусы, бактерии, простейшие), а также некоторые грибы и растения;
- симбиотрофы – бактерии, грибы, простейшие, которые, питаясь соками или выделениями организма-хозяина, выполняют вместе с этим и жизненно важные для него трофические функции; это мицелиальные грибы, участвующие в корневом питании многих растений; микробиальное население сложных желудков жвачных животных и т.п.

Детритофаги, или сапрофаги – организмы, питающиеся мертвым органическим веществом – остатками растений и животных. Это различные гнилостные бактерии, грибы, черви, личинки насекомых и другие животные. Детритофаги участвуют в образовании почвы, торфа, донных отложений водоемов.

Редуценты – бактерии и низшие грибы – завершают деструктивную работу консументов и сапрофагов, доводя разложения органики до ее полной минерализации и возвращая в среду экосистемы последние порции оксида углерода, воды и минеральных элементов.

Все названные группы организмов в любой экосистеме тесно взаимодействуют между собой, согласуя потоки вещества и энергии. Их совместное функционирование не только поддерживает структуру и целостность биоценоза, но и оказывает существенное влияние на абиотические компоненты биотопа, обуславливая самоочищение

экосистемы, ее среды. Известно, например, какую большую роль в очищении воды озера Байкал играет небольшой рачок эпишура.

1.4.5 Пищевые цепи и трофические уровни. Экологические пирамиды

Проследивая пищевые взаимоотношения между членами биоценоза, можно построить пищевые цепи и пищевые сети питания организмов. Примером пищевой цепи может служить следующая последовательность: «микроводоросли (фитопланктон) → мелкие растительноядные ракообразные (зоопланктон) → плотоядные планктонофаги (черви, ракообразные, моллюски, иглокожие) → рыбы (возможны 2...4 звена последовательности хищных рыб) → тюлени → белый медведь».

Различают несколько типов пищевых цепей.

Пастбищные пищевые цепи, или цепи эксплуататоров, начинаются с продуцентов. Для таких цепей при переходе с одного трофического уровня на другой характерно увеличение размеров особей при одновременном уменьшении плотности популяций, скорости размножения и продуктивности по биомассе. Например, приведенная выше морская пищевая цепь.

Цепи паразитов характеризуются уменьшением размеров особей при одновременном увеличении численности, скорости размножения и плотности популяций. Например, пищевая цепь: «корова → слепень → бактерии → сапрофаги».

Детритные цепи, включающие только редуцентов («опавшие листья → плесневые грибы → бактерии»), сходны с цепями паразитов. Но если, как обычно бывает, они включают и консументов – детритофагов (червей, личинок насекомых), то частично переходят в цепи эксплуататоров и паразитов.

Благодаря определенной последовательности пищевых отношений, различают отдельные трофические уровни переноса вещества и энергии в экосистеме, связанные с питанием определенной группы организмов. Так, первый трофический уровень во всех экосистемах образуют продуценты – растения; второй – первичные консументы (фитофаги); третий – вторичные консументы (зоофаги) и т.д. Многие животные (например, серая крыса, бурый медведь, человек) питаются не на одном, а на нескольких уровнях.

Совокупности трофических уровней различных экосистем моделируются с помощью трофических пирамид численности, биомасс и энергий (рисунок 1.8).



а – пирамида чисел б – пирамида биомасс в – пирамида энергий
(данные приведены в расчете на 4 га за год)

Рисунок 1.8 - Пример простой трофической пирамиды
(по Ю. Одуму, 1975 г.)

Обычные пирамиды чисел, т.е. отображение числа особей на каждом из трофических уровней данной экосистемы, для пастбищных цепей имеют очень широкое основание (большое число продуцентов) и резкое сужение к конечным консументам (рис. 1.8а). При этом число «ступеней» различается не менее, чем на 1...3 порядка. Но это справедливо только для травяных сообщества – луговых или степных биоценозов. Картина резко искажается, если рассматривать лесное сообщество (на одном дереве могут кормиться тысячи фитофагов) или если на одном трофическом уровне оказываются такие разные фитофаги, как тля и слон.

Это искажение можно преодолеть с помощью пирамиды биомасс. В наземных экосистемах биомасса растений всегда существенно больше биомассы животных, а биомасса фитофагов всегда больше биомассы зоофагов (рис. 1.8 б).

Иначе выглядят пирамиды биомасс для водных, особенно морских, экосистем: биомасса животных обычно больше биомассы растений. Это обусловлено тем, что пирамидами биомасс не учитывается продолжительность существования поколений особей на разных трофических уровнях и скорость образования и выедания биомассы. Главным продуцентом морских экосистем является фитопланктон, имеющий большой репродуктивный потенциал и быструю смену поколений. В океане за год может смениться до 50 поколений фитопланктона. За то время, пока хищные рыбы (а тем более крупные моллюски и киты) накопят свою биомассу, сменится множество поколений фитопланктона, суммарная биомасса которых намного больше. Поэтому универсальным способом выражения трофической структуры экосистем являются пирамиды скоростей образования живого вещества, продуктивности (рис. 1.8в). Их обычно называют пирамидами энергий, имея в виду энергетическое выражение продукции.

1.4.6 Устойчивость и естественное развитие экосистем

В природных экосистемах происходят постоянные изменения состояния популяций организмов, которые обуславливаются различными случайными комбинациями большого числа абиотических и биотических факторов. Однако все эти колебания, как правило, более и менее регулярны и не выходят за границы устойчивости экосистемы по ее многолетним средним параметрам – обычного размера, видового состава, биомассы, продуктивности, соответствующих географическим и климатическим условиям местности. Такое состояние экосистемы носит название климаксного. Постоянство важнейших экологических параметров экосистемы часто обозначают как ее **гомеостаз**.

Устойчивость экосистемы, как правило, тем больше, чем больше она по размеру и чем богаче и разнообразнее ее видовой и популяционный состав.

Стремясь к поддержанию гомеостаза, экосистемы, тем не менее, способны к изменениям, развитию, переходу от более простых к более сложным формам.

Масштабные изменения географической обстановки или типа ландшафта под влиянием природных катастроф или деятельности человека приводят к определенным изменениям состояния биогеоценозов местности и постепенной смене одних сообществ другими. Такие изменения называют **экологической сукцессией**.

Различают первичную сукцессию – постепенное заселение организмами появившейся девственной суши, оголенной материнской породы (отступившее море или ледник, высохшее озеро, песчаные дюны, голые скалы и застывшая лава и т.п.). В этих случаях решающую роль играет процесс почвообразования. Начальное выветривание – разрушение и разрыхление минеральной основы под действием перепадов температур и увлажнения – высвобождает или принимает нанос некоторого количества биогенных элементов, которые уже могут быть использованы бактериями, лишайниками, а затем и редкой одноярусной пионерской растительностью. Ее появление, а с нею и симбиотрофов и мелких животных значительно ускоряет образование почвы и постепенное заселение территории сериями все более сложных растительных сообществ, все более крупными растениями и животными. Так система постепенно проходит все стадии развития до климаксного состояния.

Вторичные сукцессии имеют характер постепенного восстановления свойственного данной местности сообщества после нанесенных повреждений (последствий бури, пожара, вырубki, наводнения, выпаса скота, запуска полей). Возникшая в результате вторичной сукцессии климаксная система может существенно отличаться от первоначальной,

если изменились некоторые характеристики ландшафта или климатические условия.

Развитие экосистем не сводится к сукцессиям. В отсутствие нарушений среды незначительные, но и стойкие отклонения P_g/R от единицы (например, в относительно молодом лесу) приводят к изменению соотношения между автотрофами и гетеротрофами, постепенно увеличивают биологическое разнообразие и относительное значение детритных цепей в кругообороте веществ, так что вся продукция используется полностью. Человеку удастся снимать высокие урожаи биомассы только на начальных фазах сукцессии или развития искусственных экосистем с преобладанием монокультуры, когда нетто-продукция велика.

Таким образом, в данном разделе рассмотрены вопросы, касающиеся понятия экологии, экологической системы, биосферы, биоценоза и биогеоценоза и других; даны разъяснения основных разделов экологии и их характеристик; приведены основополагающие законы экологии.

РАЗДЕЛ 2 УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ И НООСФЕРЕ

2.1 Биосфера и ее устойчивость

Биосфера – оболочка Земли, в которой проживают все биологические виды, в том числе и человек. Изучение биосферы, ее свойств и характеристик является неотъемлемой частью экологической науки.

2.1.1 Основы биологической организации. Биогенные элементы

Биологическая организация биосферы основывается на следующих принципах:

1. Система должна обладать определенной структурной организацией. Основой структурной организации подавляющего большинства биологических индивидуумов является строение биологических информационных макромолекул, устройство клеток и клеточная организация многоклеточных организмов. На надорганизменном уровне это условие обеспечивается структурой биологических сообществ – экологических систем различной сложности.

2. Необходим запас концентрированной (нерассеивающейся) энергии, которая могла бы быть использована для восприятия и возникновения сигналов, реагирования на них, сохранения и воспроизведения структуры.

3. Для освобождения и использования этой энергии нужны, во-первых, вещества, снижающие потенциальные барьеры химических реакций, – катализаторы; а во-вторых, молекулы-преобразователи, которые трансформируют свободную энергию в молекулярную информацию и физиологическую работу. Функции катализаторов и большинства преобразователей в клетках выполняют ферменты.

4. При каждой реакции в живой системе расходуется какая-то часть катализаторов, энергоносителей и каркасных структур. Для их возобновления и сохранения целостности необходим приток веществ и энергии из окружающей среды – питание.

5. В клеточных структурах, выполняющих информационную функцию, закодированы программы считывания и реализации информации. Существует два рода таких программ:

– программы воспроизведения структур, копирующего биосинтеза (генетическая память); они закодированы в геноме – молекулярной структуре нуклеиновых кислот организмов;

– также определяемые геномом программы оперативного реагирования — индивидуального поведения животных (сигнальная память);

они записаны в сетях нейронных структур.

6. Наряду с высокой динамичностью жизненных процессов живые системы обладают способностью к гомеостазу – сохранению относительного постоянства существенных параметров внутренней среды и сохранению постоянства скорости процессов обмена веществ.

7. Постепенное накопление в каждой живой системе необратимых структурных изменений и факторы окружающей среды ограничивает ее существование во времени. Поэтому любая клетка и организм стремятся к самовоспроизведению, не ожидая, пока возникнет угроза их жизни. Воспроизведение обуславливает свойства наследственности и изменчивости организмов.

8. Наследуемые изменения и их отбор под действием факторов среды обуславливают генетические адаптации, видообразование и увеличение биологического разнообразия. Они тоже могут рассматриваться как опережающие реакции, но уже на надорганизменном уровне, со стороны экологических систем: если изменяются условия жизни, то разнообразие видов обеспечивает большую вероятность сохранения жизни за счет форм, оказавшихся относительно лучше приспособленными к новым условиям. Вместе с закреплением нейтральных мутаций и дрейфом генов это обуславливает процесс биологической эволюции.

Живые организмы – это многокомпонентные открытые системы, сочетающие в себе высокую устойчивость с тонкой чувствительностью к изменениям. В контексте перечисленных свойств живой системы ее цель — самосохранение, понимаемое достаточно широко, т.е. включающее самовоспроизведение и прогрессивное продолжение в поколениях, исчерпывает понятие «смысла жизни», в том числе и для человека, и для человеческого общества в его природном и социальном окружении, имея в виду генетическое и культурное (информационное) наследование, но при условии отказа от видовой исключительности и монополизма в природе.

Живые организмы находятся в непрерывном обмене веществами и энергией с окружающей средой. Существует комплекс химических элементов, необходимых для жизнедеятельности организмов – биогенные элементы, которые постоянно входят в состав организмов и выполняют определенные биологические функции. К таким химическим элементам относятся: кальций, кислород, водород, натрий, углерод, и другие.

По функциональной роли их подразделяют на следующие группы:

- органогены, в организме их 97,4 % (C, H, O, N, P, S);
- элементы электролитного фона (Na, K, Ca, Mg, Cl). Данные ионы металлов составляют 99 % общего содержания металлов в организме.

По концентрации элементов в организме биогенные элементы делят на следующие группы:

- макроэлементы;
- микроэлементы;

– ультрамикроэлементы.

Биогенные элементы, содержание которых превышает 0,01 % от массы тела, относят к макроэлементам. К ним отнесены 12 элементов: органические, ионы электролитного фона и железо. Они составляют 99,99 % живого субстрата. Еще более поразительно, что 99 % живых тканей содержат только шесть элементов: С, Н, О, N, P, Са. Элементы К, Na, Mg, Fe, Cl, S относят к олигобиогенным элементам. Содержание их колеблется от 0,1 до 1 %. Биогенные элементы, суммарное содержание которых составляет величину порядка 0,01 %, относят к микроэлементам. Содержание каждого из них – 0,001 % ($10^{-3} \dots 10^{-5}$ %). Большинство микроэлементов содержится в основном в тканях печени. Это депо микроэлементов. Некоторые микроэлементы проявляют сродство к определенным тканям (йод – к щитовидной железе, фтор – к эмали зубов, цинк – к поджелудочной железе, молибден – к почкам и т.д.). Элементы, содержание которых меньше чем 10^{-5} %, относят к ультрамикроэлементам.

2.1.2 Коэволюция атмосферы, литосферы, гидросферы и биосферы

Основными составляющими биосферы являются: гидросфера, атмосфера, литосфера и живое вещество (биота).

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. Жизнь встречается в гидросфере на разных глубинах. 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 газовой оболочки, что связывают с деятельностью живых организмов, прежде всего фотосинтезирующих растений

Высокое содержание кислорода в земной атмосфере (около 21%) определило ряд особенностей земной жизни: способ дыхания и пути ме-

таболизма 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.

Твердая 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.

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. Жизнедеятельность животных, растений и микроорганизмов сопровождается непрерывным обменом веществ между организмами и средой, вследствие чего все химические элементы земной коры, атмосферы и гидросферы многократно входят в состав тех или иных организмов.

2.1.3 Эволюция биосферы. Добиотическая и биотическая фазы эволюции биосферы

В.И. Вернадский сформулировал следующие идеи об эволюции биосферы:

1. Вначале сформировалась литосфера - предвестник окружающей среды, а затем после появления жизни на суше — биосфера.

2. В течение всей геологической истории Земли никогда не наблюдались азойные геологические эпохи (т.е. лишённые жизни). Следовательно, современное живое вещество генетически связано с живым веществом прошлых геологических эпох.

3. Живые организмы - главный фактор миграции химических элементов в земной коре, «по крайней мере, 90% по весу массы ее вещества в своих существенных чертах обусловлено жизнью».

4. Грандиозный геологический эффект деятельности организмов обусловлен тем, что их количество бесконечно велико и действуют они практически в течение бесконечно большого промежутка времени.

5. Основным движущим фактором развития процессов в биосфере является биохимическая энергия живого вещества.

В эволюции биосферы различают две фазы: добиотическую и биотическую.

Добиотическая эволюция.

1. Образование планеты и ее атмосферы около 4,7 млрд. лет назад. Космогенные газовые компоненты, входившие в состав образовавшегося планетарного сгустка (преимущественно водород), улетучились в пространство и были заменены вторичной геогенной ювенильной атмосферой. Она формировалась эмиссиями остывающей коры, вулканическими извержениями, имела высокую температуру, была резко восстановительной и содержала остатки водорода, азот, пары воды, оксиды углерода, метан, аммиак, сероводород и др. Физические характеристики среды создавали условия для химического взаимодействия между этими веществами.

2. Возникновение абиотического круговорота веществ в атмосфере за счет ее постепенного остывания и энергии солнечного излучения. Появляется жидкая вода; горячий первичный океан представляет собой более концентрированный раствор, чем современная гидросфера. Формируется круговорот воды, осуществляются водная миграция элементов и многофазные химические реакции в растворах, жидких осадках и на поверхности взвешенных частиц небольших водоемов.

3. Абиотическое образование и отбор все более сложных органических веществ предшественников белков, жирных кислот, полисахаридов — в процессах конденсации и полимеризации мономеров и других простых соединений за счет энергии ультрафиолетового излучения Солнца, радиоактивности и электрических разрядов.

4. Дальнейшее усложнение органических веществ приводит к появлению устойчивых коллоидных комплексов макромолекул, обладающих информационными функциями, способностью к молекулярному узнаванию, избирательному катализу и самосборке. Появляются основные компоненты клеточного ядра, типичные для первых простейших.

Биотическая эволюция.

5. Синтез полимерных структур - цепей нуклеотидов, из которых в результате отбора на устойчивость образовались РНК, обладающие рибозимальной активностью. Структуризация РНК приводит 3,5 млрд лет

назад к появлению первичных клеток, способных к делению.

6. Синтез ДНК и формирование структур более совершенного копирующего биосинтеза. Появление фотосинтезирующих бактерий.

Оксигенация атмосферы и возникновение озонового экрана делают возможным выход на сушу сначала амфибиальных, а затем и наземных растений и животных. Это дает мощный скачок к увеличению биоразнообразия и биомассы биосферы, приводит к дальнейшему усложнению и совершенствованию биотического круговорота. Возникают сложные экологические системы, содержащие все уровни трофической организации.

7. Увеличение биологического многообразия и усложнение строения и функциональной организации живых существ и биосферы в целом. Организмами заняты все экологические ниши на планете. Полностью сформировались средообразующая функция биосферы и биологический контроль ее гомеостаза.

8. Появление человека. Стремительный антропогенез. Становление развитой материальной культуры. Возникновение и развитие человеческого общества и человеческой цивилизации. Формирование техногенеза и его бурный рост в новое время. Образование техносферы.

Современная биосфера является итогом длительного исторического развития всего органического мира в его взаимодействии с неживой природой. В процессе этого развития в биосфере возникла сложная сеть взаимосвязанных процессов и явлений; благодаря взаимодействию абиотических и биотических факторов биосфера находится в постоянном движении и развитии.

Живые вещества играют глобальную роль. Древние микроорганизмы, растения и животные участвовали в создании мощных запасов ископаемых топлив, толщ известняков, фосфоритов, скоплений серы, некоторых руд и глинистых пород. Биогенная миграция веществ во многом определила формирование ландшафтов и природных зон. Фотосинтез обусловил современный состав атмосферы, от которого зависят окислительно-восстановительное равновесие среды, радиационный и тепловой режим на планете, спектральный состав достигающего поверхности Земли солнечного света. Растительный покров существенно определяет водный баланс, распределение влаги и климатические особенности больших пространств. Живые организмы играют ведущую роль в самоочищении воздуха, океана, рек и озер, от них во многом зависит солевой состав природных вод и распределение многих химических веществ между сушей и океаном. Благодаря растениям, животным и микроорганизмам создается почва и поддерживается ее плодородие.

Таким образом, совокупность живых организмов – биота биосферы – обладает мощной средообразующей и средорегулирующей функцией. Ее

работа направлена на обеспечение условий жизни всех ее членов, в том числе и человека. Она складывается из газовой, концентрационной биохимической, окислительно-восстановительной и информационной функций совокупности живых организмов. Все вместе они осуществляют глобальный биотический круговорот биогенных элементов и соответствующий ему биогенный энергетический цикл.

2.1.4 Биосфера и ее устойчивость. Структура биосферы. Ресурсы биосферы

Первоначальные представления о биосфере как формирующейся общности живых организмов на Земном шаре складывались в науках о Земле – географии и геологии. Термин «биосфера» ввел австрийский геолог Э. Зюсс. В книге «Происхождение Альп» (1973г.) он пишет о «самостоятельной биосфере» как особой оболочке Земли, образованной живыми организмами. Развернутое учение о биосфере принадлежит В.И. Вернадскому. В книге «Биосфера» (1926г.) и последующих работах Вернадский вложил в понятие биосферы пространственное содержание («область распространения жизни») и приписал биосфере мощную преобразующую геологическую и геохимическую функцию.

Биосфера – это глобальная экосистема, активная «оболочка» Земли, состав, структура и энергетика которой определяется и контролируется планетарной совокупностью живых организмов – биотой биосферы.

Экологическая концепция биосферы сложилась позднее геолого-геохимической, после того как от биосферной миграции элементов (по Вернадскому) произошел переход к представлению о глобальном биотическом кругообороте, а затем к биотической регуляции природной среды.

Говоря об устойчивости биосферы, В.И. 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 миллиардов 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 снова 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».

Биосфера, являясь глобальной экосистемой, как и любая экосистема, состоит из абиотической и биотической частей.

Абиотическая часть представлена:

– почвой и подстилающей ее породами до глубины, где в них есть еще живые организмы, вступающие в обмен веществом этих пород и физической средой порового пространства;

– атмосферным воздухом до высот, на которых возможны еще проявления жизни;

– водной средой океанов, рек, озер и т.п.

Биотическая часть состоит из живых организмов, осуществляющих важнейшую функцию биосферы, без которой не может существовать сама жизнь: биогенный поток атомов. Живые организмы осуществляют этот поток атомов благодаря дыханию, питанию и размножению, обеспечивая обмен веществом между всеми частями биосферы.

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. Количество солнечного излучения, достигающего верхней границы земной атмосферы, составляет около 2 кал/см² мин. Эта величина называется солнечной постоянной. Свет, или естественное освещение, имеет фундаментальное экологическое значение, поскольку именно свет является источником энергии для фотосинтеза.

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 $2,3 \times 10^{21}$ 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.

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 $(+5 \text{ }^\circ\text{C})$; 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.

Максимальный температурный диапазон активной жизни для большинства многоклеточных организмов - от 0 до $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Некоторые микроорганизмы, обитающие в горячих поверхностных и глубинных источниках, могут сохранять способность к размножению при температуре до $85 \text{ }^\circ\text{C}$.

Вода. 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, заключённую 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.

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 объёму для сухого воздуха) и эта величина относительно постоянная.

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.

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.

2.1.5 «Учение о биосфере» как закономерный этап развития наук о Земле. Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере

В.И. Вернадский считал, что «пределы биосферы обусловлены прежде всего полем существования жизни», определил биосферу как «организованную, определенную оболочку земной коры, сопряженную с жизнью» и сделал фундаментальное заключение, что «биосфера геологически вечна». Согласно Вернадскому, биосферу составляют четыре категории субстанций:

– живое вещество – совокупность всех живых организмов – микроорганизмов, грибов, растений и животных, их активная биомасса;

– биогенное вещество – различные формы мертвой органики, торф, уголь, нефть и газ биогенного происхождения, а также осадочные карбонаты, фосфориты и т.д.;

– биокожное вещество – смеси живого вещества и биогенных веществ с минеральными породами абиогенного происхождения (почва, ил, природные воды, нефтеносные сланцы, битуминозные пески);

– косное вещество – горные породы, минералы, никак не связанные с деятельности живых организмов (изверженные породы земной коры, магматические руды, продукты их абиогенного преобразования и т.д.).

В результате техногенной деятельности человека биосфера Земли коренным образом преобразуется и становится, по определению Вернадского, ноосферой – «сферой разума».

Термин «ноосфера» предложил французский исследователь Леруа в 1924г., 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. В.И. Вернадский закладывал в этот термин более глубокий, философский смысл. Он считал, что согласованное с природой развитие общества, ответственность за природу и ее будущее потребует 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 биосферы в интересах эволюции человека. **Ноосфера** – новое геологическое явление на нашей планете, в ней человек впервые становится крупнейшей геологической силой. **Ноосфера** – мир разумных, научно обоснованных поступков в глобальном масштабе.

Выполнение принципа совместного развития, обеспечения коэволюции биосферы и общества потребует от человечества регламентации своих действий, определенных ограничений. Уже сегодня человечество подвело планету к той предельной черте, дальше которой начинаются необратимые процессы.

2.2 Концепция живого вещества

2.2.1 Концепция и функции живого вещества в биосфере. Распространение живого вещества в биосфере. Границы биосферы

По В.И. Вернадскому, живым организмам отводится роль важнейшей геохимической силы, играющей первостепенную, «преобразующую» роль в обуславливаемых ими механизмах образования и разрешения геологических структур, круговоротов веществ, изменения твердой (литосферы), водной (гидросферы) и воздушной (атмосферы) оболочек Земли.

Причина геологической роли и химической активности живого вещества в следующем:

– живые организмы благодаря ферментам фиксируют в своем теле молекулы азота при обычных температуре и давлении (в промышленности связать атмосферный азот возможно при $t=500^{\circ}\text{C}$ и давлении 30...500 атмосфер);

– в живых организмах на порядок или несколько порядков увеличивается скорость химических реакций в процессе обмена веществ (дождевые черви за 150-200 лет пропускают через себя метровый слой почвы);

– живые организмы способны быстро занимать (осваивать) все свободное пространство (площадь листьев 1 га растений составляет 8...10 га);

– движение живых организмов не только пассивное, но и активное (против течения воды, силы тяжести, давления воздушных потоков);

– устойчивость при жизни и быстрое разложение после смерти (включение в кругооборот), сохраняя при этом высокую физико-химическую активность;

– высокая приспособляемость (адаптация) к различным условиям;

– высокая скорость обновления живого вещества (в среднем для биосферы она составляет 8 лет, для суши – 14 лет, для океана – 33 дня).

Современные теоретические подходы вносят поправку в представления о структуре и функциях биосферы. Дело в том, что значительная часть биогенных и биокосных веществ, заключенных в глубоких недрах (уголь, нефть и др.), фактически выведена из текущего естественного биотического круговорота, хотя некоторое их количество искусственно вводится человеком в пространство биосферы. Поэтому они не относятся к биосфере как таковой; ей присущи только те вещества и процессы, те элементы и характеристики, которые находятся под контролем современной глобальной биоты, но не компоненты природы, сложившиеся и захороненные в геологическом прошлом.

По сравнению с другими геосферами биосфера не представляет собой сплошную среду с четкими границами. К современной биосфере относится вся совокупность живых организмов и все вещества литосферы, гидросферы и атмосферы, которые в настоящее время участвуют в природном биотическом круговороте, т.е. находятся под контролем потребления, трансформации и продуцирования живыми организмами.

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 организмов 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).

Тесная функциональная связь биосистем разных уровней превращает биосферу в глубоко интегрированную и саморегулируемую глобальную систему, обладающую собственным гомеостазом и осуществляющую биотическую регуляцию окружающей организмы (в том числе и человека) среды.

Живое вещество биосферы на 98% представлено биомассой наземных растений, грибов и микроорганизмов. Животные составляют только 1,4% общей массы живого вещества. При относительно малой биомассе численность животных в четыре раза превосходит численность видов растений. При этом число сухопутных животных составляет 93% от общего числа видов, тогда как водные животные составляют только 3% видов. Огромное преобладание видообразования на суше относится преимущественно к беспозвоночным – насекомым, тогда как среди позвоночных наибольшее видовое разнообразие характерно для рыб. Вся биомасса биосферы составляет около 4,9 трлн. тонн.

2.2.2 Человек с точки зрения законов эволюции. Экология человека. Экологические ниши человека

Человек - высшая ступень развития живых организмов на Земле. Он, по И. Т. Фролову (1985), - «субъект общественно-исторического процесса, развития материальной и духовной культуры на Земле, биосоциальное существо, генетически связанное с другими формами жизни, но выделившееся из них благодаря способности производить орудия труда, обладающее членораздельной речью и сознанием, творческой активностью и нравственным самосознанием».

Биосоциальная природа человека отражается в том, что его жизнь определяется единой системой условий, в которую входят как биологические, так и социальные элементы. Это вызывает необходимость не только его биологической, но и социальной адаптации, т.е. приведения межиндивидуального и группового поведения в соответствие с господствующими в данном обществе, классе, социальной группе нормами и ценностями в процессе социализации (путем усвоения знаний об этом обществе, классе и т. д.). Эту область человеческой природы изучает большая группа социальных дисциплин, с которыми экология весьма тесно связана (социально-экономические науки и др.). Биологическая адаптация человека весьма отличается от таковой в животном мире, так как стремится сохранить не только его биологические, но и социальные функции при возрастающем значении социального фактора. Последнее обстоятельство имеет важное

экологическое значение и нашло свое отражение в экологическом подходе к определению понятия «человек».

Общие законы взаимоотношения человека (или группы людей) и биосферы, влияние на человека (или группы людей) природной и социальной сред изучает наука **экология человека**.

Эволюция человека. Семейство гоминид, к которому относится человек, возникло в экваториальной части Земли, а род Человек - в восточной части Африки и в Южной Азии. В ранние эпохи на Земле существовали несколько видов гоминид, относящихся к двум подсемействам: австралопитеки и просто люди, из которых сохранился лишь один вид - *Homo sapiens* - человек разумный.

Как и любой вид, человек не только зависит от среды, но и воздействует на нее. Но в отличие от животных человек обладает интеллектом. Интеллект и позволил ему найти «противоядие» против одного из важнейших факторов - нехватки пищевых ресурсов: сельское хозяйство - скотоводство и земледелие. Это произошло примерно 10 тыс. лет назад. Человек стал строить свою собственную экологическую систему.

Способность человека мыслить, создание необходимых орудий труда позволили ему, хотя бы временно, преодолеть действие обычных абиотических и биотических факторов. Б. Небел (1993) считает, что преодолеть их действие человек смог:

- производя в изобилии продовольствие (хотя с его распределением все еще возникают проблемы);
- создав водохранилища и подведя воду в населенные пункты и на поля;
- создав средства борьбы с хищниками и многими болезнетворными организмами;
- построив жилища и научившись обогревать или охлаждать их по собственному желанию;
- выиграв в конкурентной борьбе с другими видами.

Человек, научившись преодолевать действие лимитирующих факторов, тем не менее на 100 % еще не одержал победу над ними. Например, человек остается зависимым от климатических явлений - от жары и холода, засухи и дождей и других явлений.

Как и любой вид, человек занимает определенную экологическую нишу в биосфере, как в глобальной экосистеме. Применение понятия экологической ниши к человеку более условно, чем по отношению к природным популяциям животных. Однако в данном случае представление о нише как о «профессиональной» роли биологического вида в экономике природы выступает наиболее ярко. В отличие от экологических ниш животных, экологические ниши человека постоянно изменялись, увеличиваясь с нарастающей скоростью по мере

исторического развития человечества. При этом сам человек был главным субъектом этих изменений.

Для обобщенного описания экологических ниш возможны разные подходы, но для количественных сопоставлений больше всего пригодна оценка энергетических потребностей и затрат человека. Каждый способ энергообеспечения, в частности получение энергии с продуктами питания для поддержания длительного существования популяций, можно рассматривать как энергетический эквивалент экологической ниши.

Таким образом, хотя человек существо социальное, собственно природа всегда будет фактором существования человека, составлять неотъемлемую часть окружающей человека среды, куда входит и искусственно созданная им среда, и общественные отношения и институты (социум). Искусственная среда обитания также воздействует на человека, т.е. здесь возникает обратная связь, но она воздействует как на биологические, так и на социальные процессы, протекающие в человеческих популяциях.

2.2.3 Современная биосфера. Козволюционный характер разбития общества и природы на современном этапе развития биосферы

Современная биосфера находится под массивным антропогенным воздействием. Это воздействие осуществлялось на протяжении значительной части человеческой истории, но в течение последних двух столетий (эпоха индустриальной цивилизации) многократно усилилось и привело к существенным количественным и качественным изменениям биосферы. Человеческая цивилизация обусловила появление на планете новой глобальной материальной системы в виде многослойной насыщенной сферы искусственно созданных объектов. Люди активно расширяют свою экологическую нишу, создавая техносферу.

Техносфера – это планетарное пространство, находящееся под воздействием инструментальной и технической производственной деятельности людей и занятое продуктами этой деятельности.

С экологической точки зрения это последний по времени этап эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в природу Земли вещества, силы и процессы которые, в конечном счете изменяют и нарушают равновесное функционирование биосферы и замкнутость биотического кругооборота. Антропогенное воздействие является мощным геологическим и геохимическим фактором.

Л.Г. Бондарев (1997, 1999 гг.) подразделяет техносферу на несколько подсистем – субсфер:

- субсфера «А» - все продукты и производные человеческого труда;

- субсфера «Т-1» - все виды топлива;
- субсфера «Т-2» - элементы техногенного рельефа: карьеры, шахты, каналы, насыпи, плотины и т.п.;
- субсфера «П» - пища, в том числе непосредственно контролируемые и используемые человеком растения и животные;
- субсфера «О» - отходы.

Кроме такого деления в веществе техносферы, можно выделить техническое вещество – активно функционирующую часть средств производства, т.е. совокупность действующих инструментов, станков, машин, механизмов, аппаратов, топок, реакторов и т.п. А всю остальную, неактивную массу техносферы – здания, сооружения, коммуникации, скопления извлеченных пород и отходов и т.д. – можно обозначить как техногенное вещество.

Характер и масштабы влияния человека на окружающую его среду определяются двойственностью его положения в биосфере. С одной стороны, человек – биологический объект, входящий в общую систему трофических и энергетических взаимодействий и адаптаций. В этой системе связей человек как вид занимает нишу гетеротрофного консумента - полифага с аэробным типом обмена.

С другой стороны, человечество представляет собой высокоразвитую социальную систему, которая предъявляет к среде широкий круг небиологических требований, вызванных техническими, бытовыми, культурными потребностями и прогрессивно возрастающих по мере развития науки, техники и культуры. В результате масштабы использования естественных (и прежде всего биологических) ресурсов существенно превышают чисто биологические потребности человека. В связи с этим возникает ситуация переэксплуатации биологических ресурсов, нарушаются естественные трофические связи, возрастает доля органического вещества, не возвращаемого в кругооборот.

Социально-технические потребности человека связаны с отчуждением из окружающей природы веществ, которые не входят с биогенный круговорот и соответственно не возвращаются в исходное состояние и не возобновляются. Так возникает проблема невозобновимых ресурсов. В свою очередь, многие продукты технологической переработки биогенных и абиогенных веществ также не включаются в круговорот: не имея специфических биологических деструкторов, они не разлагаются, а накапливаются как загрязнители биосферы (например, пластиковые бутылки). Таким образом, загрязнение биосферы – прямое следствие современных форм хозяйства. Токсичность многих продуктов, выводимых в окружающую среду, нарушает структуру и функции естественных биологических систем, т.е. нарушает биологические условия жизни человека.

Выходом из данной кризисной ситуации является в использовании разума человечества не только для эксплуатации природных ресурсов, но и для их сохранения и умножения. Решение проблемы предусматривает активное регулирующее вмешательство человека в биосферные процессы, вплоть до направленного контроля численности и биологической активности экономически значимых видов и формирования искусственных экосистем с заданными свойствами. В основе решения этой задачи должны лежать глубокие знания природных законов формирования и функционирования биологических систем различного ранга.

Люди должны прийти к осознанию принципа **биологического императива** (Т. Сутт, 1988г.), основанного на понимании того, что выживание человека возможно лишь при сохранении жизни на Земле.

2.3 Глобальные геохимические циклы

2.3.1 Биогеохимические процессы в биосфере. Глобальные биогеохимические циклы. Круговорот веществ в биосфере

Учение В.И. Вернадского о биосфере очень обширно и затрагивает многие аспекты глобальной экологии. Приведем биогеохимические законы В.И. Вернадского.

1. Биогенная миграция атомов химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению. Прогрессивная эволюция любой экосистемы ведет к увеличению суммарного потока энергии через нее. Эта закономерность проявляется в способности живого к распространению, развитию.

2. Эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию устойчивых в биосфере форм жизни, идет в направлении, усиливающем биогенную миграцию атомов. Согласно этому принципу, преимущества в ходе эволюции получают те организмы, которые приобрели способность усваивать новые формы энергии или «научились» полнее использовать химическую энергию, запасенную в других организмах.

3. Живое вещество находится в непрерывном химическом обмене с космической средой, его окружающей, и создается и поддерживается на нашей планете космической энергией Солнца. Это принцип очень важен для понимания тех процессов, которые обычно называют «самоорганизацией биологических структур».

Термин «биогеохимия» ввел В.И. Вернадский. «Био» - относится к живым организмам, «гео» - к горным породам, почве, воздуху, воде.

Биогеохимический круговорот – это циркуляция химических элементов, всех основных элементов протоплазмы из внешней среды в

живой организм и опять во внешнюю среду. В этом процессе участвуют как биотическая, так и абиотическая часть экосистемы.

Важнейшим свойством потоков веществ в экосистемах является их цикличность.

В круговороте веществ различают две части или два фонда:

1) **недоступный (резервный) фонд** – большая масса движущегося вещества, в основном, не связанного с живыми организмами; не проходит биотическую фазу (например, резервный фонд углерода – это неорганические соединения углерода в атмосфере, океане, изверженных породах, в отложениях карбоната кальция, каменного угля, нефти);

2) **доступный (обменный) фонд** – меньший фонд, но более активный, характеризующийся быстрым обменом между организмами и их непосредственным окружением; вещества включены в биотическую фазу (например, обменный фонд углерода – это масса активного углерода, которая ассимилируется в процессе фотосинтеза с углеводами, а затем вновь тратится на дыхание растений).

Для биосферы в целом биогеохимические круговороты можно подразделить на два основных вида:

1) газообразные вещества с резервным фондом в атмосфере или гидросфере;

2) осадочный цикл с резервным фондом в земной коре.

Рассмотрим круговорот основных биогенных веществ в биосфере.

Круговорот воды. Вода – необходимое вещество в составе любых живых организмов. Основная масса вода на планете сосредоточена в гидросфере. Испарение с поверхности водоемов представляет источник атмосферной влаги; конденсация ее вызывает осадки, с которыми, в конце концов, вода возвращается в океан. Этот процесс составляет большой круговорот воды на поверхности Земли.

В пределах отдельных экосистем осуществляются процессы, усложняющие большой круговорот и обеспечивающие его биологически важную часть. В процессе перехвата растительность способствует испарению в атмосферу части осадков раньше, чем они достигнут поверхности земли. Вода осадков, достигшая почвы, просачивается в нее и либо образует одну из форм почвенной влаги, либо присоединяется к поверхностному стоку; частично почвенная влага может по капиллярам подняться на поверхность и испариться. Из более глубоких слоев почвы влага всасывается корнями растений; часть ее достигает листьев и транспирируется в атмосферу.

Эвапотранспирация – это суммарная отдача воды из экосистемы в атмосферу. Она включает как физически испаряемую воду, так и влагу, транспирируемую растениями. Уровень транспирации различен для разных видов и в разных ландшафтно-климатических зонах.

Если количество воды, просочившейся в почву, превышает ее влагоемкость, она достигает уровня грунтовых вод и входит в их состав. Подземный сток связывает почвенную влагу с гидросферой.

Таким образом, для круговорота вода в пределах экосистем наиболее важны процессы перехвата, эвапотранспирации, инфильтрации и стока.

В целом круговорот воды характеризуется тем, что в отличие от углерода, азота и других элементов вода не накапливается и не связывается в живых организмах, а проходит через экосистемы почти без потерь; на формирование биомассы экосистемы используется лишь около 1% воды, выпадающей с осадками.

Круговорот углерода. Углерод существует в природе во многих формах, в том числе в составе органических соединений. Неорганическое вещество, лежащее в основе биогенного круговорота этого элемента, - углекислый газ CO_2 . В природе углекислый газ входит в состав атмосферы, а также находится в растворенном состоянии в гидросфере. Включение углерода в состав органических веществ происходит в процессе фотосинтеза, в результате которого на основе CO_2 и H_2O образуются сахара. В дальнейшем другие процессы биосинтеза преобразуют эти углеводы в более сложные (крахмал, гликоген), а также в протеиды, липиды и др. Все эти соединения не только формируют траки фотосинтезирующих организмов, но и служат источником органических веществ для животных и незеленых растений (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 - Схема процесса круговорота углерода в природе

В процессе дыхания все организмы окисляют сложные органические вещества; конечный продукт этого процесса, CO_2 , выводится во внешнюю среду, где вновь может вовлекаться в процесс фотосинтеза.

Углеродсодержащие органические соединения тканей живых организмов после их смерти подвергаются биологическому разложению организмами – редуцентами, в результате чего углерод в форме углекислоты вновь поступает в круговорот. Этот процесс составляет сущность так называемого почвенного дыхания.

Большая часть углерода содержится в океанах. Именно от данного углерода зависит главным образом количество CO_2 в атмосфере. Океан поглощает избыток углекислого газа из воздуха, в результате чего образуются карбонатные и бикарбонатные ионы. Существует и обратный процесс, в ходе которого углекислый газ выделяется из океанов в атмосферу. Таким образом, океан поддерживает концентрацию CO_2 в атмосфере до тех пор, пока не вмешивается фактор индустриализации (выбросы CO_2 в атмосферу, вырубка лесов).

Круговорот азота (рисунок 2.3). Азот содержится в атмосфере в виде газа. Атмосферный азот становится частью живой материи исключительно благодаря жизнедеятельности бактерий и водорослей, которые обладают способностью фиксировать его в органических соединениях и нитратах. На корнях бобовых растений (клевер, люцерна, соя, белая акация) образуются небольшие клубеньки, в которых живут азотфиксирующие бактерии.

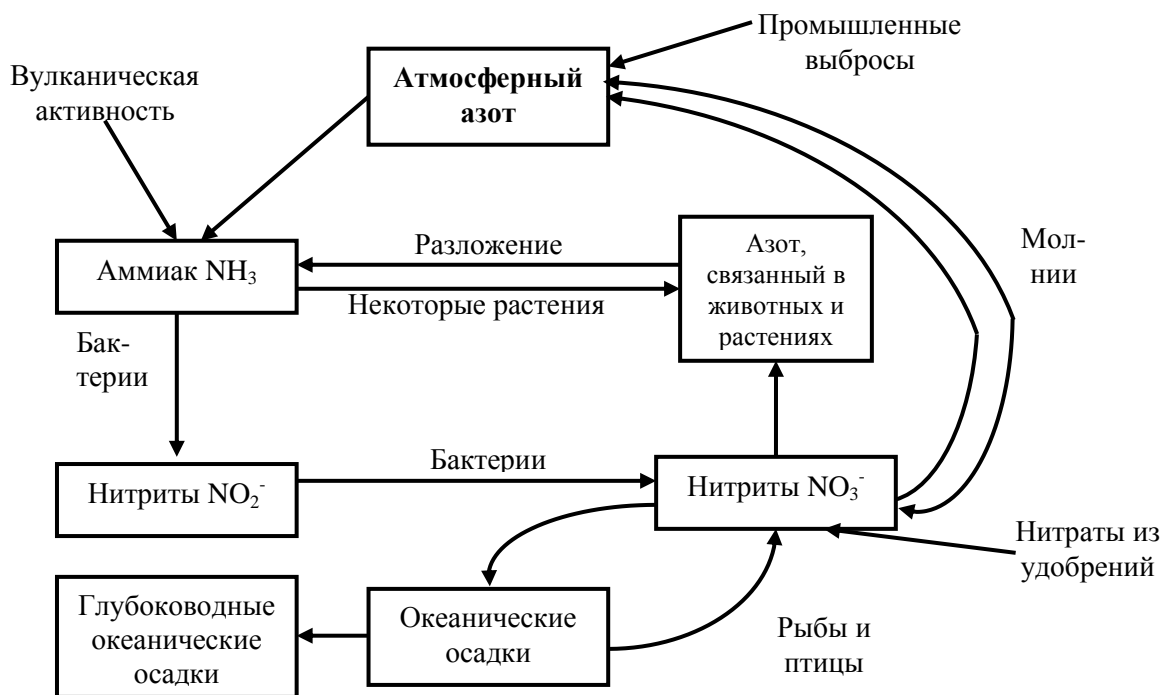


Рисунок 2.3 - Круговорот азота

Часть азота выпадает из круговорота, оседая в глубоких донных отложениях морей и океанов, однако эта потеря почти полностью компенсируется выделением азота при извержении вулканов.

Животные и растения поглощают азот в виде нитратов. Большая часть азота поступает в живые системы с помощью бактерий, образующих аммиак. Аммиак выделяется в процессе распада живого вещества. Сначала образуются нитриты, затем нитраты. Некоторые бактерии обладают способностью разлагать нитраты, выделяя газообразный азот.

Человек влияет на круговорот азота, вводя в окружающую среду новые нитраты и газообразные оксиды азота, обращающиеся в результате его сельскохозяйственной (внесение удобрений) и промышленной (выхлопные газы, выбросы предприятий) деятельности.

Круговорот фосфора (рисунок 2.4). В природе фосфор в больших количествах содержится в ряде горных пород. В процессе разрушения этих пород он попадает в наземные экосистемы или выщелачивается (вымывается) осадками и оказывается в гидросфере. В обоих случаях этот элемент вступает в пищевые цепи.

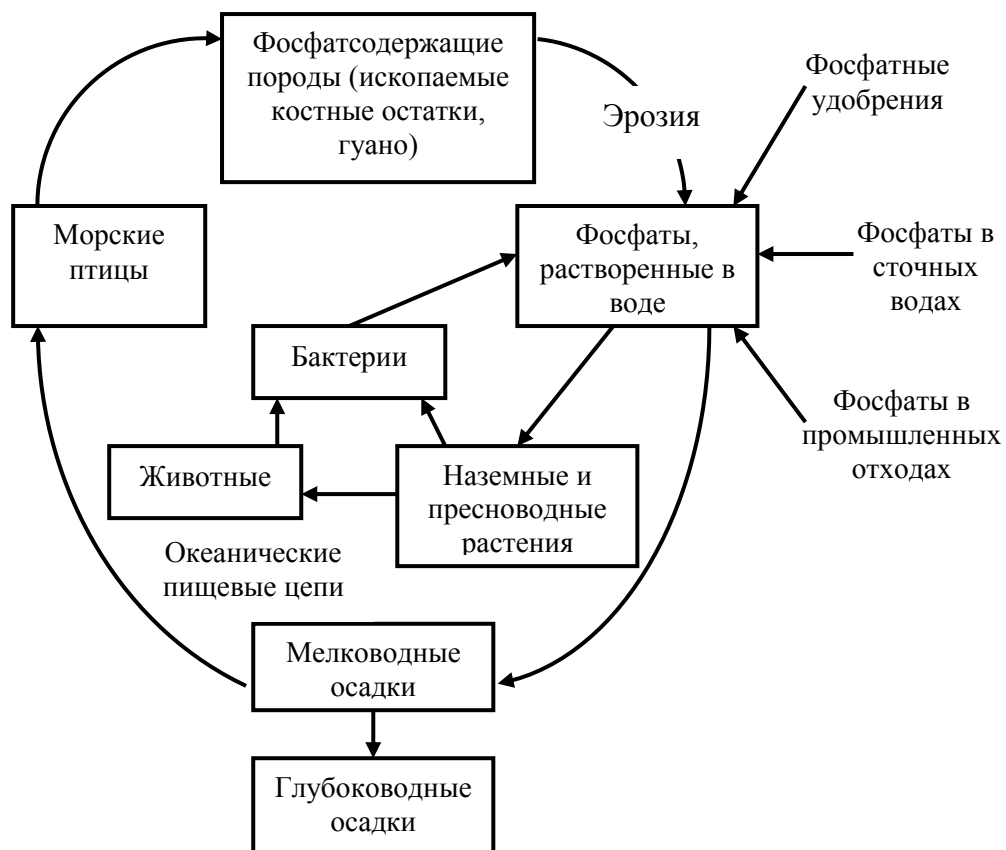


Рисунок 2.4 - Круговорот фосфора в природе

В большинстве случаев организмы–редуценты минерализуют органические вещества, содержащие фосфор, в неорганические фосфаты,

которые вновь могут быть использованы растениями и, таким образом, снова вовлекаются в круговорот.

В океане часть фосфатов с отмершими органическими остатками попадает в глубинные осадки и накапливается там, выключаясь из круговорота. Процесс естественного круговорота фосфора в современных условиях интенсифицируется применением в сельском хозяйстве фосфорных удобрений, источником которых служат залежи минеральных фосфатов. Это может быть поводом для тревоги, так как соли фосфора при таком использовании быстро выщелачиваются, а масштабы эксплуатации минеральных ресурсов все время растут, составляя в настоящее время около 2 млн. тонн в год.

Круговорот серы (рисунок 2.5). Сера попадает в почву в результате естественного разложения некоторых горных пород (серный колчедан FeS_2 , медный колчедан $CuFeS_2$), а также как продукт разложения органических веществ (главным образом растительного происхождения). Через корневые системы сера поступает в растения, в организме которых синтезируются содержащие этот элемент аминокислоты цистин, цистеин, метионин. В организме животных сера содержится в очень малых количествах и попадает в них с кормом.

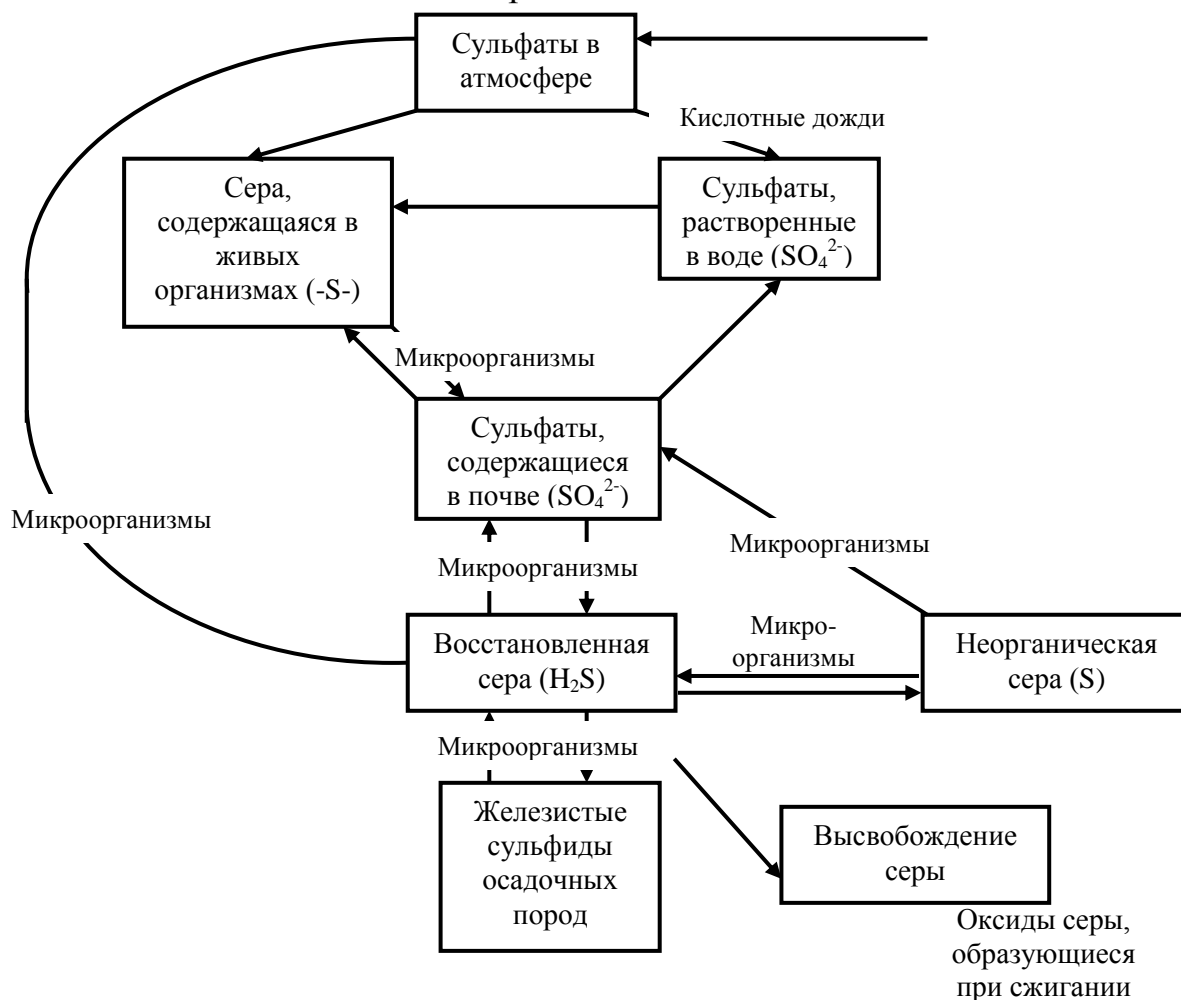


Рисунок 2.5 - Круговорот серы в природе

Сера из органических соединений попадает в почву благодаря разложению мертвых органических остатков микроорганизмами. В этом процессе органическая сера может быть восстановлена в H_2S и минеральную серу или же окислена в сульфаты, которые поглощаются корнями растений, т.е. вновь поступают в круговорот. В наше время в круговорот вовлекается и сера промышленного происхождения (дымы), переносимая с дождевой водой (кислотные дожди).

Круговорот биогенных элементов. В метаболических процессах живых организмов необходимое участие принимают различные катионы. Некоторые из них содержатся в довольно значительных количествах и соответственно относятся к категории макроэлементов. Таковы натрий, калий, кальций, магний. Другие содержатся в малых количествах (миллионные доли сухого вещества), но, тем не менее, жизненно необходимы. Это катионы железа, цинка, меди, марганца и др., относимые к микроэлементам.

Главным источником биогенных катионов на суше служит почва, в которую они поступают в процессах разрушения горных пород. Через корневую систему они попадают в растения, а в составе растительных тканей – в организмы растительноядных животных и высшие звенья пищевых цепей. Частично животные могут получать эти элементы и прямо из почвы (процесс солонцевания). Минерализация экскрементов и мертвых организмов возвращает биогенные элементы в почву и делает их доступными для включения в повторный круговорот.

Этот простой цикл нарушается выносом биогенных элементов с поверхностным стоком в реки и затем в моря. Выщелачивание катионов из почвы дождевыми водами приводит к ослаблению корневых систем растений. В сельском хозяйстве вынос биогенных элементов при уборке урожая неизбежен; компенсация его внесением органических и минеральных удобрений решает проблему лишь частично.

2.3.2 Потоки энергии в биосфере. Энергетический обмен

Как известно, потоки энергии в биосфере – процессы передачи и использования энергии в различных компонентах биосферы.

Энергия - это общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи Согласно закону сохранения энергии, она не исчезает и не возникает из ничего, а только переходит из одной формы в другую. Поток энергии на Земном шаре имеет три источника:

– кинетическая энергия вращения Земли и ее спутника Луны как космических тел Она проявляется в морских приливах, энергия которых недоступна живым организмам, но может использоваться человеком;

– энергия земных недр, поддерживается ядерным распадом урана и тория. Эта энергия выделяется в форме геотермического тепла В

вулканических районах она используется для отопления оранжерей и бассейнов;

– солнечная энергия, на базе которой осуществляется жизнедеятельность автотрофных организмов.

Всю биосферу можно расценивать как единое природное образование, поглощает энергию из космического пространства и направляет ее на внутреннюю работу. В биосфере энергия только переходит из одной формы в другую и рассеивается в виде тепла.

Основными преобразователями энергии в биосфере являются живые организмы. Они превращают свободную лучистую энергию в химически связанную, которая затем переходит от одних биосферных структур в другие.

Крупные города и индустриальные центры являются мощными источниками тепловых потоков, перемещаемых от ядра города к его окраинам. Часто вместе с тепловыми потоками перемещаются и загрязняющие вещества. В крупных городах наблюдается рассеивание тепловой энергии (энтропия), которая ведет к изменению параметров атмосферного и почвенного воздуха и ошелачиванию городских почв. Эти тепловые и загрязняющие потоки энергии меняют растительный и животный мир природных ландшафтов, создают новую живом веществе городов, которая пока слабо изучена. Антропогенная энергия (механическая, тепловая, химическая) может концентрироваться в отдельных природных экосистемах, повышая их производительность (агроэкосистемы), или же, при неумелом включении этой энергии в естественный поток, приводить к их деградации.

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, от отходов тепла, так как это противоречит законам термодинамики.

2.3.3 Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Производство энергии человеком как процесс в биосфере

В настоящее время энергетические потребности обеспечиваются в основном за счет трех видов энергоресурсов: органического топлива, воды и атомного ядра. Энергия воды и атомная энергия используются человеком после превращения ее в электрическую энергию. В то же время значительное количество энергии, заключенной в органическом топливе,

используется в виде тепловой, и только часть ее превращается в электрическую.

За счет сжигания топлива (включая дрова и другие биоресурсы) в настоящее время производится около 90 % энергии. Доля тепловых источников уменьшается до 80...85 % в производстве электроэнергии. Для угля характерна противоположная закономерность: при 22 % в общем энергобалансе он является основным в получении электроэнергии (52 %).

В мировом масштабе гидроресурсы обеспечивают получение около 5...6 % электроэнергии, атомная энергетика дает 17...18 % электроэнергии, а в ряде стран она является преобладающей в энергетическом балансе (Франция – 74 %, Бельгия -61 %, Швеция – 45 %).

За 100 лет мировое потребление энергии увеличилось в 14 раз. Суммарное потребление первичных энергоресурсов за период превысило 380 млрд. т условного топлива ($>10^{22}$ Дж). С 1953 по 1972 г. ежегодный прирост энергопотребления был равен приросту валового мирового продукта и составлял 4,5 %. С 1950 по 1985 г. среднее душевое потребление энергоресурсов удвоилось и достигло 68 ГДж/год. Это означает, что мировая энергетика росла вдвое быстрее, чем численность населения. На протяжении последующих 15 лет душевое потребление энергии росло медленнее - до 73 ГДж в 1999 г. Ежегодный прирост общего потребления энергии в мире за период с 1972 по 1999 гг. в среднем составил 2 %, сократившись с 2,8 % в 1970-х гг. до 1,5 % в 1980-х гг. и 2,1 % в 1990-х гг.

Структура топливного баланса большинства стран мира претерпела изменения: если ранее в структуре баланса основную долю составляли дрова и уголь, то к концу XX в. преобладающим видом стало углеводородное топливо - нефть и газ (до 65%), кроме того, отмечается заметный вклад гидроэнергетики и ядерной энергетики (в сумме до 9%). Некоторое хозяйственное значение приобретают альтернативные энергетические технологии. С 1950 по 1995 г. в 2 раза возросло преобразование топлива в электроэнергию. Среднее душевое потребление электроэнергии достигло 2400 кВт·ч/год. Все это оказало большое влияние на структурные сдвиги в производстве и быте сотен миллионов людей.

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 мнению некоторых ученых, 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 углерод снова соединяется с кислородом и входит в состав углекислого газа. 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°C . К техногенным парниковым газам относятся также метан, оксид 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.

Снизить негативное воздействие топливной отрасли на окружающую среду может применение нетрадиционных источников энергии: солнечной, геотермальной, ветровой, морской, водородной, биологической.

2.3.4 Экологические последствия использования традиционных источников энергии. Использование горючих ископаемых, гидроэнергии, ядерной энергии и проблемы охраны окружающей среды

Производство энергии, являющееся необходимым средством для существования и развития человечества, оказывает воздействие на природу и окружающую человека среду. Самые острые экологические проблемы (изменение климата, кислотные осадки, всеобщее загрязнение среды и другие) прямо или косвенно связаны с производством, либо с использованием энергии. Энергетике принадлежит первенство не только в химическом, но и в других видах загрязнения: тепловом, аэрозольном, электромагнитном, радиоактивном.

Между биосферой и техносферой нет конкуренции за ресурсы недр. Но вмешательство техногенеза в вещественно-энергетический баланс планеты постоянно нарастает и создает экологическую угрозу. Это обусловлено:

- 1) воздействием на растительность - массу и эффективность главного преобразователя солнечной энергии и двигателя биотического круговорота на Земле;
- 2) тепловым загрязнением атмосферы;
- 3) химическим загрязнением среды и изменением спектральной прозрачности атмосферы.

Главным источником указанных угроз является использование ресурсов недр.

Добыча топлива сопровождается извлечением и перемещением большой массы пустой породы, подземных вод, использованием значительных объемов воды и вспомогательных материалов при бурении скважин, сжиганием больших объемов попутного газа и т.п. На 1 т шахтного угля приходится обычно от 50 до 100 т пустой породы, а при открытых разработках - в несколько раз больше.

Кроме ископаемого топлива, в странах Азии, Африки и Южной Америки продолжается использование довольно большого количества растительного топлива, в основном древесины. Хотя этот вид топлива, строго говоря, не относится к невозобновимым ресурсам, тем не менее, в ситуации сокращения площади лесов он должен быть причислен скорее именно к ним.

Сжигание топлива - не только основной источник энергии, но и важнейший поставщик в среду загрязняющих веществ. Тепловые электростанции в наибольшей степени «ответственны» за усиливающийся парниковый эффект и выпадение кислотных осадков. Они вместе с транспортом поставляют в атмосферу основную долю техногенного углерода (в основном в виде CO), около 50 % диоксида серы, 35 % оксидов азота и около 35 % пыли. В выбросах ТЭС содержится значительное количество металлов и их соединений. При пересчете на смертельные дозы в годовых выбросах ТЭС мощностью 1 млн. кВт содержится алюминия и его соединений свыше 100 млн. доз, железа - 400 млн. доз, магния - 1,5 млн. доз. Летальный эффект этих загрязнителей не проявляется только потому, что они попадают в организмы в незначительных количествах. Это, однако, не исключает их отрицательного влияния через воду, почвы и другие звенья экосистем.

ТЭС - существенный источник подогретых вод, которые используются здесь как охлаждающий агент. Эти воды нередко попадают в реки и другие водоемы, обуславливая их тепловое загрязнение и сопутствующие цепные природные реакции (размножение водорослей, потерю кислорода, гибель гидробионтов, превращение типично водных экосистем в болотные и т. п.).

Можно считать, что тепловая энергетика оказывает отрицательное влияние практически на все элементы среды, а также на человека, другие организмы и их сообщества.

На втором месте по значению в энергоресурсах техносферы стоит ядерное топливо, главным источником которого является ископаемый уран.

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.

В настоящее время в мире работает более 440 реакторов АЭС с суммарной тепловой мощностью около 1300 ГВт. Они потребляют за год

около 60 тыс. т урана и вносят 10-процентный вклад в общее техногенное выделение теплоты от использования невозобновимых энергоресурсов.

До недавнего времени основные экологические проблемы АЭС связывались с захоронением отработанного топлива, а также с ликвидацией самих АЭС после окончания допустимых сроков эксплуатации. Стоимость таких ликвидационных работ оставляет от 1/6 до 1/3 от стоимости самих АЭС.

При нормальной работе АЭС выбросы радиоактивных элементов в среду крайне незначительны. В среднем они в 2...4 раза меньше, чем от ТЭС одинаковой мощности.

Одно из важнейших воздействий гидроэнергетики связано с отчуждением значительных площадей плодородных (пойменных) земель под водохранилища. На их месте уничтожены естественные экосистемы.

Значительные площади земель вблизи водохранилищ испытывают подтопление в результате повышения уровня грунтовых вод. Эти земли, как правило, переходят в категорию заболоченных. В равнинных условиях подтопленные земли могут составлять 10% и более от затопленных. Уничтожение земель и свойственных им экосистем происходит также в результате их разрушения водой (абразии) при формировании береговой линии.

В водохранилищах резко усиливается прогревание вод, что интенсифицирует потерю ими кислорода и другие процессы, обусловливаемые тепловым загрязнением. Последнее, совместно с накоплением биогенных веществ, создает условия для зарастания водоемов и интенсивного развития водорослей, в том числе и ядовитых сине-зеленых (цианей). По этим причинам, а также вследствие медленной обновляемости вод резко снижается их способность к самоочищению. Ухудшение качества воды ведет к гибели многих ее обитателей. Возрастает заболеваемость рыбного стада, особенно поражение гельминтами. Снижаются вкусовые качества обитателей водной среды. Нарушаются пути миграции рыб, идет разрушение кормовых угодий, нерестилищ и т. п.

Несмотря на относительную дешевизну энергии, получаемой за счет гидроресурсов, доля их в энергетическом балансе постепенное уменьшается. Это связано как с исчерпанием наиболее дешевых ресурсов, так и с большой территориальной емкостью равнинных водохранилищ. Считается, что в перспективе мировое производство энергии на ГЭС не будет превышать 5 % от общей.

Таким образом, дана информация о таких явлениях, как круговорот веществ в природе, эволюция биосферы, развитие популяций и др.; приведена характеристика современной биосферы, роль и последствия антропогенных нагрузок на биосферу в прошлом и в настоящее время; показаны пути решения проблемы сохранения биосферы.

РАЗДЕЛ 3 КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

3.1 Экологический кризис и проблемы современной цивилизации

Экологический кризис – это нарушение равновесия между природными условиями и воздействием человека на окружающую природную среду. Иными словами под экологическим кризисом подразумевается ситуация, возникшая в природных экосистемах под воздействием стихийных естественных явлений (наводнение, извержение вулканов, засуха, ураган и др.) или в результате антропогенных факторов (загрязнение окружающей среды, вырубка лесов).

3.1.1 Антропогенные воздействия, как геологический и геохимический фактор эволюции биосферы

Деятельность человека является основным фактором, влияющим на процессы и изменения, которые возникали и возникают в биосфере: от первых шагов человека в виде собирательства и охоты до глобальных экологических кризисов современности.

Первый костер, зажженный человеком, по существу, положил начало техногенезу. Приобретя существенное дополнение к солнечной энергии, потребляемой в виде пищи, человек стал единственным в природе энергоконсументом со всеми втекающими из этого последствиями. Это расширило экологическое пространство человека до ниши первобытных охотников и рыболовов.

К этому же периоду относится и применение огня для выжигания лесов, сначала для целей загонной охоты, а затем и для подсечно-огневого земледелия. Изменение характера землепользования в эту эпоху называют **неолитической (первой сельскохозяйственной) революцией**. Неолитическая революция означала переход от присваивающего к производящему типу хозяйства. Она вызвала к жизни принципиально новый тип природопользования. Теперь человек стал производить пищу, преобразуя природные сообщества.

Переход к земледелию привел к созданию примитивных агроценозов. Оседлость, создание постоянных поселений, разделение труда привело к появлению устойчивой материальной культуры – **цивилизации**.

С экологической точки зрения возникновение цивилизации в значительной мере было случайным явлением, так как требовало совпадения ряда редких условий. Люди должны были найти, освоить и

компактно заселить плодородные террасные долины сезонно-влажных субтропиков, где произрастали растения, пригодные для возделывания, и обитали животные, пригодные для одомашнивания, и где быстро исчерпывались ресурсы собирательства, примитивной охоты и рыбной ловли. Одновременно развивалось скотоводство и пастбищное хозяйство, а также кочевое скотоводство. Так как продукция скота по массе на порядок меньше его корма, то для получения хотя бы 1/10 продуктов питания в виде животной пищи человек вынужден был иметь биомассу скота, равную биомассе людей, а площадь пастбищ – не меньше площади пашни.

Описываемая здесь последовательность может рассматриваться как история переломных этапов экологической и экономической истории человечества и экологии тех природных пространств, которые все больше превращались в окружающую среду.

На рисунке 3.1 показана связь экологических кризисов и революций в истории цивилизации (Раймерс, 1992 г.).

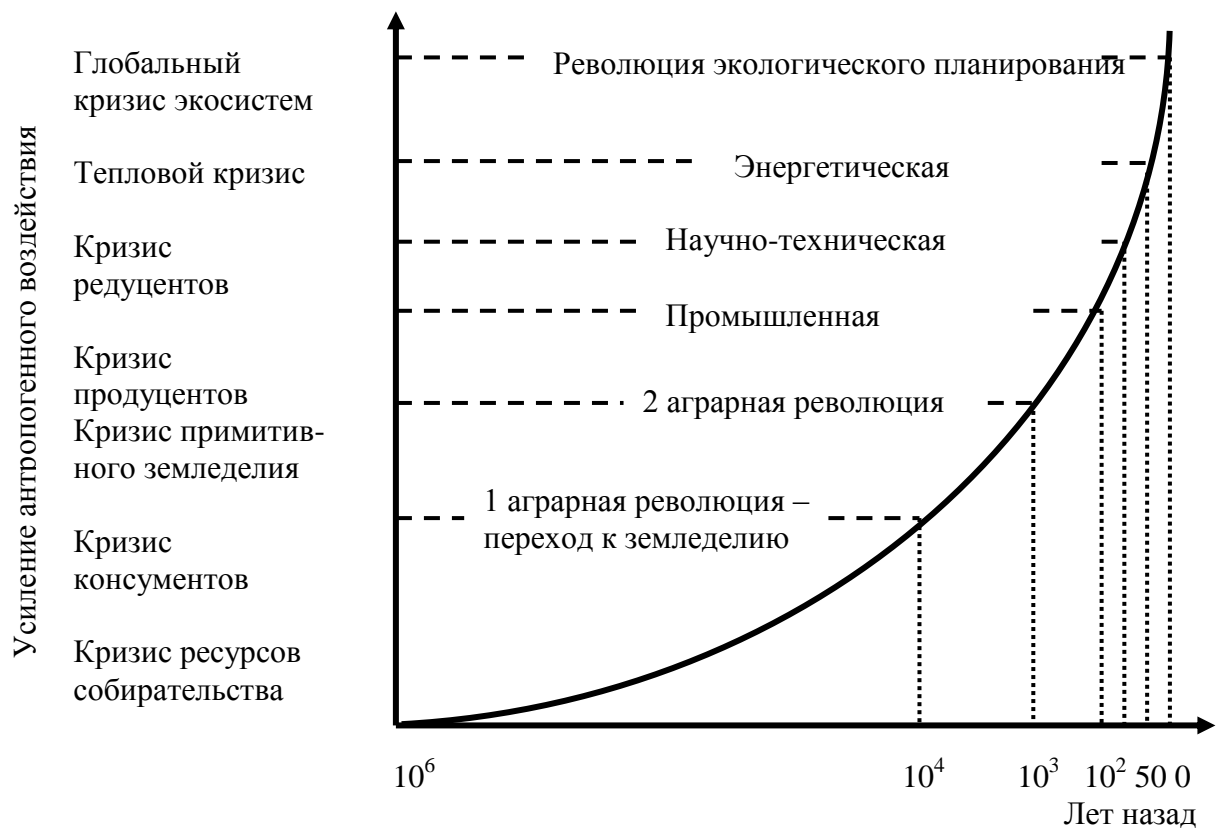


Рисунок 3.1 - Экологические кризисы и революции в истории цивилизации

Потребление человеком продукции агроценозов исключало естественное восстановление биомассы растений и плодородия почвы. Во многих случаях это вело к деградации земель и смене земледельческих цивилизаций на Ближнем Востоке и в Восточной Азии. Распространение земледелия и скотоводства привело к росту численности и плотности

населения. Так возникло взаимное стимулирование роста населения и роста экономики, который действует и сейчас и является дестабилизирующим звеном в системе «человек - природа».

На протяжении нескольких тысячелетий данный механизм не таил угрозы саморазрушения. Но, начиная с эпохи Великих географических открытий, эта взаимная стимуляция стала нарастать. Заселение европейцами Америки и Австралии, формирование колониальных империй завершило расширение глобального ареала человечества. Благодаря росту продуктивности земледелия и разделению труда, возникли условия для быстрого развития промышленности, торговли и концентрации людей в городах.

С открытием каменного угля наступила эпоха химической теплоэнергетики на невозобновляющихся энергоресурсах, давшая новый, более мощный стимул развитию промышленности, индустриальному обществу. С тех пор началось уничтожение природных ресурсов и загрязнение среды. Еще не закончилась эпоха химической теплоэнергетики, но уже надвинулась следующая – эпоха ядерной теплоэнергетики, грозящая еще более опасным загрязнением.

В XX веке окончательно сформировалась техногенная цивилизация, адаптированная ко всем типам сред и в колоссальном масштабе реализующая идеологию потребительского отношения к природе. Быстрый рост населения и мировой экономики, их взаимная эскалация образовали связи, которые ведут к глобальному эколого-экономическому кризису.

3.1.2 Изъятие природных ресурсов

Изъятие природных ресурсов – это вид пользования природными ресурсами, которое включает в себя добычу природных ресурсов (извлечение ресурса из природной среды); сопутствующее ресурсопользование – возникает при необходимости извлечения из природного ресурса его дополнительных полезных свойств (вторичных природных ресурсов).

Человеческое общество своему развитию полностью и целиком обязано природе и ее ресурсам. Все этапы истории развития общества – это история взаимодействия природы и общества.

Взаимодействие общества и природы аккумулировано в трудовой деятельности человека. Труд в самом широком смысле и есть «процесс обмена веществ между обществом и природой». Этапы развертывания взаимоотношений общества и природы в целом определяются переворотами в производстве, производительных силах общества. Производительные силы включают предмет труда, средства труда, субъект труда (человека, наделенного определенными знаниями и трудовыми навыками).

Можно выделить три революционных переворота в производительных силах:

- так называемая неолитическая революция, связанная с переходом от «присваивающей» экономики к производящей, с возникновением земледелия и скотоводства;
- промышленная революция - переход от ручного ремесленного труда к машинному производству;
- научно-техническая революция, начавшаяся в середине XX века, которая должна в перспективе исключить рутинный «нечеловеческий» труд из жизни общества.

Первый этап начинается с появления человека разумного. В этот период человек воздействует на природу только самим фактом своего существования, он живет охотой, рыболовством, собирательством. Этот период «присваивающей» экономики, хотя человек уже производит крайне примитивные орудия труда. Природа практически определяла все особенности жизни примитивного человеческого сообщества, естественная детерминация была преобладающей. От природных условий зависели и характер занятий членов общины, и темпы роста количества членов общины, и необходимость миграции, перекочевывания на новое место. Различие «стартовых» условий для разных народов на ранних стадиях человеческой истории обусловило многообразие исторического процесса, различия в судьбах народов, своеобразии традиций, обычаев разных стран.

Второй этап во взаимодействии природы и общества начинается еще в первобытную эпоху и продолжается до возникновения буржуазных отношений. Исходный пункт нового этапа – возникновение земледелия и скотоводства. Осуществляется переход от присваивающей к производящей экономике. Человек начинает активно вмешиваться в природу, планировать результаты своей деятельности. Вырубаются леса, строятся ирригационные системы. Вместе с тем трудовая деятельность еще зависима от погодных условий, почвы, рельефа местности.

Влияние природы на человека, таким образом, уже опосредствуется общественными структурами, средствами производства. Человек уже начинает оказывать разрушительное воздействие на природу - он оставляет за собой вытопанные пастбища, выжженные леса, перенося свою деятельность на другие территории. Засоление почв в долине Тигра и Евфрата было результатом ирригационных работ. В свою очередь, ухудшение качества почвы привело к упадку народы, населявшие эти территории. Однако влияние человека на природу на ранних стадиях носило еще локальный характер, не было глобальным.

Уже на втором этапе взаимодействия общества и природы в этом процессе складываются противоречивые тенденции, которые выразились в возникновении двух типов обществ - традиционных и техногенных.

Для традиционных обществ характерны медленные изменения производственной сферы, воспроизводящий (а не инновационный) тип производства, устойчивость традиций, привычек, образа жизни, незыблемость социальной структуры. К этому типу обществ относятся Древний Египет, Индия, мусульманский Восток. Духовные ориентиры предполагают родственность природного и социального, невмешательство в природные процессы.

Техногенный тип общества достигает расцвета на третьем этапе взаимодействия природы и общества, который начинается с промышленной революции XVIII века в Англии. Техногенная цивилизация базируется на принципе активного отношения человека к миру. Внешний мир, природа рассматривается лишь как арена деятельности человека, не имеющая самостоятельной ценности. В свою очередь, природа понимается как бездонная кладовая, чудесным образом созданная для человека, доступная его пониманию. Деятельность человека обеспечивает и обладание продуктами его труда - преобразованными элементами природы, и право распоряжаться ими по своему усмотрению. Человек становится господином природы, и власть его в перспективе должна расширяться. Жажда новизны, постоянное нарушение равновесия между обществом и природой, «улучшение», «расширение», «углубление», «ускорение» воздействия на окружающую среду, понимание покорения природы как прогресса также характерно для техногенной цивилизации.

Новый, четвертый этап взаимоотношений общества и природы, начавшийся в XX веке, знаменует попытку преодолеть противопоставление человека и общества природе, создать новую, невиданную доселе гармонию между ними, согласовать «стратегию природы» и «стратегию человека».

Колоссальные возможности открываются в деле совершенствования отношений общества и природы, в возникающем на наших глазах так называемом «информационном обществе». Например, разрушается казавшаяся столь прочной связь между местом жительства и местом работы человека. Электронные средства коммуникации позволяют работнику избавиться от ежедневных поездок на работу, а работодателю избавиться от затрат на коллективную организацию труда. Существенно новые возможности открываются и для создания новых стратегий образования. Город, источник загрязнений окружающей среды, может вообще исчезнуть. В XX веке намечается переход от физических моделей мира к биологическим. Мир - организм, а не механизм. Для «биологически сформированного сознания» мир предстает как информационно ориентированный, целостный, способный к адаптации. Биотехнологии делают возможным избавление человека от болезней, обеспечивают защиту растений, становятся основой «зеленой» революции, в результате которой, возможно, будет решена проблема продовольствия. Вместе с тем

успехи биологии порождают проблемы, перед которыми в растерянности останавливается человек, привыкший мыслить образами техногенного общества. Как определить границы естественного и искусственного в организме, границы живого и неживого, каковы границы вмешательства человека в наследственность и т.п.

Необходимость изменения принципов взаимоотношений общества и природы высказана В.И. Вернадским в его учении о ноосфере.

3.1.3 Глобальные экологические проблемы современности

Понятие «глобальные проблемы» получило распространение с конца 60-х годов. **Глобальными** являются те проблемы, которые носят общечеловеческий характер. Они затрагивают интересы каждого народа и каждого человека в отдельности, решение их возможно только совместными усилиями; от того, в каком направлении будет осуществлено (или не осуществлено) их решение, зависят судьбы всего человечества. Наконец, эти проблемы воплощают в себе неразрывность социальных и природных сторон жизни.

Изменение климата. Начавшееся во второй половине XX века резкое потепление климата является достоверным фактом. Средняя температура приземного слоя воздуха по сравнению с 1956...1957 годами, когда проводился Первый международный геофизический год, возросла на 0,7 °С. На экваторе потепления нет, но чем ближе к полюсам, тем оно заметнее. За Полярным кругом оно достигает 2 °С. На Северном полюсе подледная вода потеплела на 1 °С и ледяной покров начал подтаивать снизу.

В чем причина этого явления? Одни ученые считают, что это - результат сжигания огромной массы органического топлива и выделение в атмосферу больших количеств углекислого газа, который является парниковым, то есть затрудняет отдачу тепла от поверхности Земли.

Так что же такое тепличный эффект? Миллиарды тонн углекислого газа ежечасно поступают в атмосферу в результате сжигания угля и нефти, природного газа и дров, миллионы тонн метана поднимаются в атмосферу от разработок газа, с рисовых полей Азии, выбрасываются туда водяной пар, фторхлоруглероды. Все это – «парниковые газы». Как в парнике стеклянная крыша и стены пропускают солнечную радиацию, но не дают уходить теплу, так и углекислый газ и другие «парниковые газы» практически прозрачны для солнечных лучей, но задерживают длинноволновое тепловое излучение Земли, не дают ему уходить в космос.

Прогноз на будущее (2030...2050 годы) предполагает возможное повышение температуры на 1,5...4,5 °С. К таким выводам пришла Международная конференция климатологов в Австрии в 1988 году.

В связи с потеплением климата возникает ряд сопутствующих вопросов. Каковы перспективы его дальнейшего развития? Как потепление повлияет на увеличение испарения с поверхности Мирового океана и как это отразится на количестве осадков? Как будут распределяться по площади эти осадки?

На все эти вопросы можно дать точный ответ. Однако для этого должны быть проведены различные научные исследования.

Разрушение озонового слоя. Не менее сложна в научном отношении экологическая проблема озонового слоя. Как известно, жизнь на Земле появилась только после того, как образовался озоновый слой планеты, прикрывший ее от жестокого ультрафиолетового излучения. Многие века ничто не предвещало беды. Однако в последние десятилетия было замечено интенсивное разрушение этого слоя.

Проблема озонового слоя возникла в 1982 году, когда зонд, запущенный с британской станции в Антарктиде, на высоте 25...30 км обнаружил резкое снижение содержания озона. С тех пор над Антарктидой все время регистрируется озоновая «дыра» меняющихся форм и размеров. По последним данным на 1992 год, она равна 23 млн. км², то есть площади, равной всей Северной Америке. Позднее такая же «дыра» была обнаружена над канадским арктическим архипелагом, над Шпицбергом, а затем и в разных местах Евразии, в частности над Воронежем.

Истощение озонового слоя представляет гораздо более опасную реальность для всего живого на Земле, чем падение какого-нибудь сверхкрупного метеорита, ведь озон не допускает опасное излучение до поверхности Земли. В случае уменьшения озона человечеству грозит, как минимум, вспышка рака кожи и глазных заболеваний. Вообще увеличение дозы ультрафиолетовых лучей может ослабить иммунную систему человека, уменьшить урожай полей, сократить и без того узкую базу продовольственного снабжения Земли.

Истощение озонового слоя взволновало не только ученых, но и правительства многих стран. Начались поиски причин. Сначала подозрение пало на хлор- и фторуглеродороды, употребляемые в холодильных установках, так называемые фреоны. Они действительно легко окисляются озоном, тем самым уничтожая его. Были выделены крупные суммы на поиски их заменителей. Однако холодильные установки применяются преимущественно в странах с теплым и жарким климатом, а озоновые дыры почему-то наиболее ярко проявляются в полярных областях. Это вызвало недоумение. Потом было установлено, что много озона уничтожается ракетными двигателями современных самолетов, летающих на больших высотах, а также при запусках космических кораблей и спутников.

Для окончательного решения вопроса о причинах истощения озонового слоя необходимы детальные научные исследования. Другой

цикл исследований нужен для выработки наиболее рациональных способов искусственного восстановления прежнего содержания озона в стратосфере. Работы в этом направлении уже начаты.

Гибель и вырубка лесов. Одна из причин гибели лесов во многих регионах мира – кислотные дожди, главными виновниками которых являются электростанции. Выбросы оксидов серы и перенос их на большие расстояния приводят к выпадению таких дождей далеко от источников выбросов. В Австрии, на востоке Канады, в Нидерландах и Швеции более 60% серы, выпадающей на их территории, приходится на внешние источники, а в Норвегии даже 75%. Другими примерами переноса кислот на большие расстояния является выпадение кислотных дождей на таких отдаленных островах в Атлантическом океане, как Бермудские, и кислотного снега в Арктике.

За последние 30 лет мир потерял почти 200 млн. га лесных массивов, что равно площади США восточнее Миссисипи. Особенно большую экологическую угрозу представляет истощение тропических лесов – «легких планеты» и основного источника биологического разнообразия планеты. Там ежегодно вырубается или сжигается примерно 200 тысяч км², а значит, исчезает 100 тысяч (!) видов растений и животных. Особо быстро этот процесс идет в самых богатых тропическими лесами регионах – Амазонии и Индонезии.

Опустынивание. Под воздействием живых организмов, воды и воздуха на поверхностных слоях литосферы постепенно образуется важнейшая экосистема, тонкая и хрупкая, - почва, которую называют «кожей Земли». Это хранилище плодородия и жизни. Горсть хорошей почвы содержит миллионы микроорганизмов, поддерживающих плодородие. Чтобы образовался слой почвы мощностью (толщиной) в 1 см, требуется столетие. Он может быть потерян за один полевой сезон. По оценкам геологов, до того как люди начали заниматься сельскохозяйственной деятельностью, пасти скот и распашивать земли, реки ежегодно сносили в Мировой океан около 9 млрд. тонн почвы. Ныне это количество оценивают примерно в 25 млрд. тонн.

Почвенная эрозия – сугубо местное явление – ныне приобрела всеобщий характер. В США, например, около 44 % обрабатываемых земель подвержено эрозии. В России исчезли уникальные богатые черноземы с содержанием гумуса (органического вещества, определяющего плодородие почвы) в 14...16 %, которые называли цитаделью русского земледелия.

Особенно тяжелая ситуация возникает, когда сносится не только почвенный слой, но и материнская порода, на которой он развивается. Тогда наступает порог необратимого разрушения, возникает антропогенная (то есть созданная человеком) пустыня.

Естественные пустыни и полупустыни занимают более 1/3 земной поверхности. На этих землях проживает около 15% населения мира. Пустыни – естественные образования, играющие определенную роль в общей экологической сбалансированности ландшафтов планеты.

В результате деятельности человека к последней четверти XX века появилось еще свыше 9 млн. км² пустынь, и всего они охватили уже 43% общей площади суши.

В 90-х годах опустынивание стало угрожать 3,6 млн. га засушливых земель. Это составляет 70% потенциально продуктивных засушливых земель, или общей площади поверхности суши, причем эти данные не включают площадь естественных пустынь. Около 1/6 населения мира страдает от этого процесса.

Как считают эксперты ООН, современные потери продуктивных земель приведут к тому, что к концу столетия мир может лишиться почти 1/3 своих пахотных земель. Такая потеря в период беспрецедентного роста населения и увеличения потребности в продовольствии может стать поистине губительной.

Загрязнение Мирового океана. Воду человек загрязняет с незапамятных времен. Наверное, одним из первых крупных загрязнителей водоемов стал легендарный греческий герой Геракл, который с помощью отведенной в новое русло реки очистил Авгиевы конюшни.

Итак, дефицитом становится и чистая вода, причем водный дефицит может сказаться быстрее, чем последствия «парникового эффекта»: 1,2 миллиарда людей живут без чистой питьевой воды, 2,3 миллиарда – без очистных сооружений для использования загрязненной воды. Растут расходы воды на орошение, сейчас это – 3300 км³ в год; в 6 раз больше стока одной из самых многоводных рек мира – Миссисипи. Широкое использование грунтовых вод ведет к снижению их уровня. В Пекине, например, за последние годы он упал на 4 метра.

Такая обычная субстанция, как вода, нечасто привлекает наше внимание, хотя сталкиваемся мы с ней повседневно, скорее даже ежечасно: во время утреннего туалета, за завтраком, когда пьем чай или кофе, при выходе из дома в дождь или снег, во время приготовления обеда и мытья посуды, во время стирки... В общем, очень и очень часто. Задумайтесь на минуту о воде, представьте, что ее вдруг не стало, ну, например, произошла авария водопроводной сети. А возможно, это с вами уже случилось? Со всей очевидностью в такой ситуации становится ясно, что без воды жизнь невозможна.

3.1.4 Влияние вредных и опасных факторов производства и окружающей среды на здоровье человека

На здоровье человека, его жизнеспособность, жизнедеятельность и

состояние окружающей среды большое влияние имеют опасные и вредные факторы производства.

Опасный фактор – это действие на человека, которое в определенных условиях приводит к травме, а в отдельных случаях – к внезапному ухудшению здоровья или к летальному исходу.

Вредный фактор – это действие на человека, которое в определенных условиях приводит к заболеваниям или снижению трудоспособности.

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы. Классификация», они подразделяются по природе происхождения на следующие 4 группы: физические; химические; биологические; психофизические. Идентификация негативных факторов представляет сложность через комплексность их влияния во всех его сферах.

К признакам опасных и вредных факторов относят: возможность непосредственного отрицательного действия на организм человека и состояние окружающей среды; осложнение нормального функционирования органов живого организма; возможность нарушения нормального состояния элементов производственного процесса, в результате которого могут возникнуть аварии, взрывы, пожары, травмы.

К наиболее распространенным негативным факторам, характеризующим производственную среду, относятся: недопустимые параметры микроклимата рабочей зоны (температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха), повышенная запыленность, загазованность воздуха, повышенный уровень вибрации и шума, электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная или избыточная освещенность рабочей зоны, наличие повышенного напряжения в электрической цепи, замыкание которого может произойти через тело человека.

Следует отметить, что характеристики среды обитания (социально-политического, бытового и производственного), влияющие на психологию человека и которые отражаются на его физиологии, взаимосвязаны. Эта взаимосвязь может быть непосредственной или косвенной. Причем, в ряде случаев эти взаимосвязи не поддаются прямому обнаружению.

Сегодня современный человек большую часть жизни проводит в искусственно сформированной обстановке. Несоответствие организма человека и жилищной или производственной среды ощущается как психологический дискомфорт. Удаление от природы усиливает напряжения функций организма, а использование все более разнообразных искусственных материалов, бытовой химии и техники сопровождается увеличением количества источников негативных факторов и росту их энергетического уровня.

В быту человек также сталкивается с искусственной средой обитания.

Бытовой средой называют наличие факторов и элементов, влияющих на человека в быту. К элементам бытовых факторов относят элементы, которые связаны:

- с использованием бытовой техники: телевизоры, газовые, электрические, стиральные машины, фены и другие;
- с обучением и воспитанием, с социальным статусом семьи, материальным обеспечением, психологической обстановкой в быту.

Экологическим следует называть жилье вместе с прилегающими участками, которые формируют благоприятную среду обитания (микроклимат, защищенность от шума и загрязнений, безвредность материалов в строительстве и т.п.), не оказывают негативное влияние на городскую и природную среду, экономически используют энергию и обеспечивают общение с природой.

Современное жилье еще не может быть названо экологическим потому, что со строительными и отделочными материалами, с мебелью и оборудованием вносятся вредные для организма физические и химические факторы, система вентиляции не соответствует требованиям очистки воздуха квартир, нарушается шумовой режим и микроклимат, очень большие теплопотери домов.

Согласно рекомендациям экологов и медиков в идеале для жизнедеятельности человека, здания не должны занимать более 50 %, а асфальтирование и покрытие камнями пространства – более 30 % благоустроенных площадей. Зеленые насаждения и газоны не только улучшают микроклимат, тепловой режим, увлажняют и очищают воздух, но и делают благотворительное психофизическое влияние на людей.

В городах должна вестись работа по сокращению пространства, покрытых камнями, асфальтом, бетоном, уменьшению интенсивности движения автотранспорта, организации небольшого паркового ансамбля и садов, озеленение фасадов зданий.

Человек живет, непрерывно обмениваясь энергией с окружающей средой, принимает участие в круговороте веществ в биосфере. В процессе эволюции человеческий организм приспособился к экстремальным климатическим условиям-низких температур севера, высоких температур экваториальной зоны, к жизни в сухой пустыне и на сырых болотах.

В природных условиях человек имеет дело с энергией солнечной радиации, движения воздуха, волн земной коры. Энергетическое влияние на незащищенного человека, попавшего в шторм или смерч, в зону землетрясения, активного вулкана или грозы, может превысить допустимые для человеческого организма уровень и нести опасность его травмы или гибели.

Уровни энергии природного происхождения остаются практически неизменными. Современные технологии и технические средства позволяют в какой-то степени снизить их опасность, однако сложность

прогнозирования природных процессов и изменений в биосфере, недостаточность знаний и их природы, создает трудности в обеспечении безопасности человека в системе «человек - природная среда».

Появление техногенных источников тепловой и электрической энергии, высвобождение ядерной энергии, освоение месторождений нефти и газа с сооружением протяженных коммуникаций родила опасности различных негативных влияний на человека и среду обитания.

Энергетический уровень техногенных негативных воздействий растет, растет и неконтролируемый выход энергии в техногенной среде, что является причиной увеличения числа увечий, профессиональных заболеваний и гибели людей.

Негативные факторы, влияющие на людей разделяются, на природные, и антропогенные – вызванные деятельностью человека. Например, пыль в воздухе появляется в результате извержения вулкана, ветровой эрозии почвы, а также огромным количеством частиц выбрасываемых промышленными предприятиями.

3.1.5 Экологические поражения, экологический кризис, их проявления на глобальном, региональном и локальном уровнях

Экологическое поражение – это значительное региональное или локальное нарушение условий окружающей среды, которое приводит к деструкции местных экологических систем, местной хозяйственной инфраструктуры, серьезно угрожает здоровью и жизни людей и наносит заметный экономический ущерб.

Экологические поражения делят на 2 группы:

1) резкие, внезапные, катастрофические, связанные с чрезвычайными ситуациями, которые могут быть проявлением природных катаклизмов (оползни, землетрясения, вулканическая деятельность, наводнения, пожары, ураганы, лавины, эпидемии, массовое размножение вредных насекомых и т. д.), и антропогенные (техногенные) катастрофы (промышленные и коммуникационные аварии, взрывы, обвалы, пожары и т. д.);

2) протяженные во времени экологические поражения являются результатом или длительного постепенного затухающего последствия чрезвычайных ситуаций, катастроф, или, наоборот, длительно постепенно нарастающих негативных изменений.

Часто между некоторыми природными и антропогенными экологическими поражениями трудно провести грань. Например, бывает трудно установить причину лесного пожара; оползни и наводнения могут быть следствием технических просчетов и т. д.

Экологические поражения локального характера могут играть существенное значение в развитии глобальных нарушений экосферы, в деградации природной среды, а в конечном итоге в нанесении ущерба здоровью населения.

В результате неполного или ошибочного учета экологических слагаемых любой территориальной деятельности в последние десятилетия образовались объемные регионы, подвергшиеся экологическим поражениям. Причинами этого чаще всего являются:

- значительное превышение предельно допустимой техногенной нагрузки на территорию;
- размещение производственных отраслей и хозяйственных объектов, экологически несовместимых с природным комплексом;
- ошибочная оценка экологических последствий размещения производительных сил и антропогенного преобразования природных ландшафтов.

Именно такие просчеты становятся источником возникновения кризисных зон, в которых происходит хроническое нарушение качества окружающей среды и возрастает вероятность экологического поражения. При этом наибольшую экологическую опасность представляют техногенные аварии и катастрофы, в результате которых в окружающую среду попадает большое количество вредных химических и радиоактивных материалов. Например, радиационная катастрофа в Чернобыле, охватившая до 27 административных областей Белоруссии, Украины и России, в результате чего потенциальная угроза нависла над населением численностью до 20 млн. человек. Около 2-х млн. из них требуют постоянного отслеживания состояния их здоровья.

Не менее опасны экологические поражения химической природы. Одна из самых крупных химических аварий произошла в 1984 году в индийском городе Бхопал, когда в атмосферу поступило несколько десятков тонн сильнейшего яда – метилизоционата, обладающего многосторонним действием, в результате чего тысячи людей ослепли, более 2-х тысяч погибло, около 190 тыс. получили отравления.

Катастрофические последствия для окружающей среды имеют аварии на нефтепромыслах, утечка нефтепродуктов при их транспортировке, особенно нефтеналивными судами. В этом плане можно привести множество примеров экологических катастроф, связанных с попаданием огромных количеств нефти в акватории внутренних морей и океанов.

Экологический кризис - это устойчивое нарушение равновесия между обществом и природой, проявляющееся в деградации окружающей природной среды — с одной стороны, и неспособности государственных управленческих структур выйти из создавшегося состояния и восстановить равновесие общества и природы — с другой стороны.

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

К объективным причинам относятся:

- 1) предельные способности земной природы к самоочищению и саморегуляции;
- 2) физическая ограниченность земельной территории в рамках одной планеты;
- 3) безотходность производства в природе и отходность человеческого производства;
- 4) неполное познание и использование человеком законов развития природы.

К субъективным причинам относятся:

- 1) недостатки организационно-правовой и экономической деятельности государства по охране окружающей среды;
- 2) дефекты экологического воспитания и образования;
- 3) экологическое невежество — нежелание изучать законы взаимосвязи человека и окружающей среды;
- 4) экологический нигилизм — нежелание руководствоваться этими законами, пренебрежительное отношение к данным законам. Оба этих фактора также влияют на состояние окружающей среды.

До настоящего времени в обществе не сложилось единого взгляда на то, какова же истинная экологическая ситуация на планете Земля. Существуют 3 мнения:

- мы уже находимся в экологической катастрофе;
- мы вступаем в глобальный экологический кризис;
- есть лишь отдельные (локальные) места экологического неблагополучия.

Разница заключается в том, что кризис – это обратимое состояние, в котором человек выступает активной действующей стороной. Катастрофа – необратимое явление, человек не может изменить ситуацию.

3.2 Стратегия, цели и принципы устойчивого развития

3.2.1 Эволюция взглядов на устойчивое развитие и безопасность окружающей среды

Президент Республики Казахстан Н.А. Назарбаев отметил, что для обеспечения устойчивого развития нашей страны нужно в первую очередь добиться бережного отношения к природным ресурсам.

В XX веке человечество столкнулось со все обостряющимися противоречиями между своими растущими потребностями и неспособностью обеспечить их, не разрушая биосферы. В результате

социально-экономическое развитие приняло характер ускоренного движения к глобальной системной катастрофе, ставя под угрозу не только удовлетворение жизненно важных потребностей и интересов будущих поколений людей, но и саму возможность их существования.

В 1970 г. итальянский промышленник Аурелио Печчеи собрал группу выдающихся ученых, философов, общественных деятелей для обсуждения глобальных проблем современности, которая была названа «Римский клуб» (The Club of Rome). В модели «Римского клуба», опубликованной в 1972 году, была высказана гипотеза о том, что развитие человечества может быть ограничено конечными размерами ресурсов Планеты. Первое исследование для Римского клуба было выполнено молодыми американскими учеными Деннисом и Донеллой Медоуз в 1972 г. под названием «Пределы роста». Оно основывалось на принципиально новом в то время методе, называемом глобальным моделированием. Медоуз с коллегами построили математическую модель мира, отражающую основные факторы и процессы функционирования общества, и проанализировали с помощью модели ряд сценариев глобального развития. Основной вывод их работы: количественный рост человеческого общества имеет пределы, и человечество должно изменить стратегию своего существования.

В 1969 году в докладе генерального секретаря ООН, озаглавленном «Проблемы окружающей человека среды», было отмечено: «Безудержное загрязнение окружающей среды и неконтролируемый рост численности населения представляют две реальные угрозы нашему образу жизни и жизни как таковой». Этот доклад стал предваряющим проведение в 1972 году в Стокгольме Конференции ООН (5 – 16 июня 1972 г.), положившей начало многим важнейшим решениям по проблемам окружающей человека среды. Одним из них является создание международной комиссии по окружающей среде и развитию под председательством бывшего премьер-министра Норвегии Гру Харлем Брундтланд, учрежденной Генеральной Ассамблеей ООН в 1983 году. Эта комиссия, которую еще называют «комиссия Брундтланд», подготовила доклад о долгосрочном развитии человечества, в котором были приведены аргументированные доказательства необходимости устойчивого развития, объединяющего социальные, экономические и экологические аспекты, а также глобальные проблемы мировой системы.

Конференция ООН по окружающей человека среде стала одной из первых попыток мирового сообщества перейти к комплексному подходу рассмотрения совокупности всех аспектов взаимодействия общества с окружающей средой, сделав окружающей средой главным объектом внимания на международном уровне.

Стокгольмская конференция приняла Декларацию, состоящую из 26 принципов, и план действий по выполнению принятых обязательств, который включает 109 рекомендаций.

В Стокгольмской декларации по окружающей человека среде впервые был сформулирован так называемый свод «законов» на право людей жить «в окружающей среде такого качества, которое предполагает жизнь, полную достоинства и благосостояния».

Главным выводом Конференции ООН по окружающей человека среде явилось признание существования неразрывной взаимосвязи между необходимостью создания безопасной для человека окружающей среды и экономическим развитием.

Начиная с этого времени, значительное число международных организаций и около 50 правительств разных стран приняли основные документы или национальные конституции, включающие право на здоровую окружающую среду в число основных прав человека. Проблемы окружающей среды были включены в число приоритетных. После Стокгольмской конференции стало возможным говорить о государственных экологических приоритетах и зарождении всемирного экологического движения.

Примерно через 10 лет после Стокгольмской конференции появились первые идеи об устойчивом развитии человечества.

Первым международным документом, в котором содержалось упоминание об устойчивом развитии, была Всемирная стратегия охраны природы (ВСОП), разработанная под эгидой Международного союза охраны природы (МСОП), Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и Всемирного фонда дикой природы (WWF). Стратегию обсудили на конференции МСОП в Ашхабаде в 1979 году и затем приняли в 1980 году. Вторая «редакция» ВСОП получила название «Забота о планете Земля — стратегия устойчивой жизни» и была опубликована в октябре 1991 года. В ней подчеркивается, что развитие должно базироваться на сохранении живой природы, должно защищать структуру, функции и разнообразие природных систем Земли, от которых зависят биологические виды. Для этого необходимо: сохранять системы поддержания жизни (жизнеобеспечения), сохранять биоразнообразие и обеспечить устойчивое (неистощительное) использование возобновляемых ресурсов.

В 1985 году был выпущен доклад международной комиссии ООН по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее», в котором проблемы окружающей человека среды были поставлены в непосредственную связь с перспективами развития и эффективностью управления всего мирового сообщества.

После публикации доклада, подготовленного для ООН международной комиссией, термин «устойчивое развитие» получил широкое распространение.

20 октября 1987 года на пленарном заседании 42-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН была принята резолюция с определением основного принципа устойчивого развития: **«Устойчивое развитие подразумевает удовлетворение потребностей современного поколения, не угрожая возможности будущих поколений удовлетворять собственные потребности».**

Ответственность за сохранение развития должен взять на себя Человек, согласуя свою практическую деятельность с законами Природы.

Однако отсутствие у общества механизма согласования своих действий с законами Природы тормозит достижение этой цели и ведет к коренному изменению существующих на планете структур. Многие такие изменения чреваты опасностью уничтожения жизни на Земле. Это новая реальность, от которой нельзя укрыться, должна быть поставлена на контроль. Только в этом случае можно добиться всеобщего процветания – устойчивого развития. Таков основной мотив принципа устойчивого развития.

На русский язык английский термин «Sustainable Development» был переведен как «устойчивое развитие», хотя в англо-русских словарях имеются и другие значения слова «sustainable»: сохраняющееся, поддерживаемое, защищаемое (развитие), длительное, непрерывное, подкрепляемое, самоподдерживаемое.

С 1987 по 2000 гг. имело место уточнение понятия «устойчивого развития».

1. Устойчивое развитие – это не фиксированное состояние гармонии, а скорее процесс изменений, в котором эксплуатация ресурсов, вложение инвестиций, ориентация технологического развития и институциональные изменения проводятся в соответствии как с будущими, так и с сегодняшними потребностями (МКОСР, 1992 г.).

2. Устойчивое развитие – это не фиксированное состояние гармонии, а скорее процесс изменений, в котором эксплуатация ресурсов, вложение инвестиций, ориентация технологического развития и корпоративные изменения увеличивают прибавочную стоимость при сокращении потребления ресурсов, производства отходов и загрязнений (Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию, 1992 г.)

3. Устойчивое развитие в целом – это устойчивый рост полезной энергии (Генеральный секретарь ООН, 1999 г.).

В июне 1992 года в Рио-де-Жанейро, в канун 20-й годовщины Стокгольмской конференции состоялась Конференция ООН по окружающей среде и развитию (ЮНСЕД), которую еще называют «Экологическим саммитом» или «Саммитом Земли», явилась продолжением процесса, начало которому было положено на конференции в Стокгольме.

На конференции были приняты два основных документа: «Декларация Рио-де-Жанейро» из 27 принципов, развивающих 26 принципов Стокгольмской конференции ООН по окружающей человека среде, и «Повестка дня на XXI век» – план действий по достижению экологически устойчивого развития. Кроме того, во время КОСР многими участниками были подписаны две глобальные экологические конвенции – «Рамочная конвенция по изменению климата» и «Конвенция по биологическому разнообразию», а также Заявление о принципах лесоводства.

В основу принятых документов КОСР легла концепция устойчивого развития, объединившая разнообразие интересов мирового сообщества. Еще одной особенностью КОСР было участие в правительственных делегациях представителей неправительственных организаций (НПО). Более того, одновременно с межправительственным форумом КОСР проходил форум общественных организаций, на котором был принят ряд «открытых документов – 46 альтернативных договоров в 9 предметных областях (включая проект «Хартии Земли», Декларацию народов Земли).

Результатом конференции ООН в Рио-де-Жанейро стало создание межправительственной комиссии по устойчивому развитию, а также ссылки на устойчивое развитие во многих разделах «Повестки дня на XXI век». В «Повестке дня на XXI век» прослеживается мысль, что надо дальше совершенствовать концепцию устойчивого развития, когда говорится, что некоторые экономисты «ставят под сомнение традиционные понятия экономического роста», и предлагаются поиски «схем потребления и производства, которые отвечают существенным потребностям человечества».

В «Повестке дня» содержалась рекомендация каждой стране разработать национальную стратегию устойчивого развития на основе экономических, социальных и экологических планов, обеспечивая их согласованность с общими законами природы. Одной из целей стратегии должно быть обеспечение социально устойчивого экономического развития, при котором осуществляются мероприятия по охране окружающей природной среды в интересах будущих поколений. Такую стратегию рекомендуется разрабатывать при самом широком участии всех слоев общества, она должна основываться на тщательной оценке нынешней ситуации и инициатив.

После КОСР страны стали выполнять принятые в Рио-де-Жанейро решения. Например, в Норвегии был подготовлен доклад парламенту по решениям КОСР и их последствиям для страны; в Швеции был принят закон о выполнении решений КОСР; Закон об устойчивом развитии был принят в Эстонии.

Во многих странах были образованы национальные комиссии (комитеты) по устойчивому развитию. Например, при президенте США

(1993 г.), при премьер-министре во Франции (создана в 1992 г., но стала активно работать с 1994 г.), Норвегии, также в Швеции (1994 г.).

В начале 1990-х гг. устойчивое развитие стали рассматривать как состоящее из 3 предметных компонентов: экологической целостности, экоэффективности экономической деятельности и справедливости трех институциональных компонентов — государства, бизнеса и общества (широких слоев населения). На основе этих триад активно разрабатываются или приняты национальные стратегии устойчивого развития (например, в США).

В 90-х годах XX века появляются первые научные работы об устойчивом развитии, направленные на исследование взаимодействий между природой, обществом и человеком на основе физических законов природы, законов сохранения и развития Жизни как Космопланетарного явления.

В мае 2002 года генеральный секретарь ООН Кофи Аннан предложил сосредоточить обсуждение проблем устойчивого развития человечества на пяти основных проблемных темах: вода и санитария, энергетика, здоровье населения, сельское хозяйство и биоразнообразие. Также появились межотраслевые темы: финансы и торговля, передача технологий, структуры производства и потребления, образование, наука, создание потенциала для устойчивого развития, информация.

Несмотря на огромные усилия, предпринятые со стороны ООН, осуществление совместных инициатив со стороны международного сообщества, как правило, носит разрозненный и несогласованный характер. Основная первопричинная проблема заключается в том, что до сих пор не удается обеспечить достаточную интеграцию основ природоохранной деятельности в процесс принятия решений по экономическим и социальным вопросам, не противоречащую общим законам Природы, законам сохранения и развития.

Переломным моментом стало проведение Всемирного саммита по устойчивому развитию (ВСУР), который состоялся в период с 26 августа по 4 сентября 2002 года в Йоханнесбурге (ЮАР). Саммит способствовал переходу вопросов из чисто концептуальных в разряд реально воплощаемых в жизнь.

На Всемирной встрече приняты следующие основополагающие документы:

1) Йоханнесбургская декларация по устойчивому развитию, которая является политическим документом и отражает консолидированную позицию международного сообщества по реализации целей устойчивого развития;

2) План выполнения решений Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию, который представляет собой многостороннюю программу действий международного сообщества по

выполнению обязательств, взятых еще в 1992 году на конференции ООН по окружающей среде и развитию. Он также предусматривает достижение целей в области развития, принятых на крупных конференциях ООН после 1992 года.

На Всемирном саммите по устойчивому развитию были выявлены следующие основные проблемы предстоящего десятилетия:

- большая часть как сельского, так и городского населения по-прежнему не имеет доступа к чистой воде, надлежащего качества воздуху, не обеспечена должными санитарными условиями, не защищена от негативных последствий, связанных с проблемой отходов, что неизбежно приводит к ухудшению здоровья населения;

- быстрый рост городов и низкая эффективность работы городских служб, например, санитарных инфраструктур, порождают серьезные проблемы для окружающей среды и здоровья населения;

- нерешенные вопросы относительно владения и управления природными ресурсами, которые являются «общим достоянием», а именно, вода, воздух, земля, биоразнообразие, леса и океаны, часто приводят конфликтам интересов;

- изменение климата, которое повлечет за собой неизбежные негативные последствия для окружающей среды и здоровья населения;

- быстрота утраты биологического разнообразия резко снижает способность экосистем производить услуги и поддерживать функциональную целостность биосферы.

Наука об устойчивом развитии должна отличаться от остальных наук. Прежде всего, она должна рассматривать широкий пространственно-временной спектр различных явлений на основе общих законов в системе «природа–общество–человек».

3.2.2 Факторы устойчивого развития: экологический, экономический социальный

Концепция устойчивого развития появилась в результате объединения трех основных точек зрения: экономической, социальной и экологической.

Экономическая составляющая подразумевает оптимальное использование ограниченных ресурсов и использование экологических - природо-, энерго-, и материалосберегающих технологий, включая добычу и переработку сырья, создание экологически приемлемой продукции, минимизацию, переработку и уничтожение отходов. Ключевым для концепции устойчивого развития стало значение экономически оптимального использования ограниченных природных ресурсов. Ограниченность ресурсов давно уже осознается как фундаментальный экономический факт. Однако вывод о фактической бесплатности

«даровых благ природы» был сделан только в рамках концепции устойчивого развития.

Социальная составляющая устойчивости развития ориентирована на человека и направлена на сохранение стабильности социальных и культурных систем, в том числе на сокращение числа разрушительных конфликтов между людьми. Важным аспектом этого подхода является справедливое распределение благ. Желательно также сохранение культурного капитала и многообразия в глобальных масштабах, а также более полное использование практики устойчивого развития, имеющейся в недоминирующих культурах. Важно достижение не только внутри-, но и межпоколенной справедливости. Достижение достойной жизни и благосостояния для всех граждан мира должно стать главной целью мирового сообщества. Для устойчивого развития в первую очередь необходимо создание более равноправного общества на всех без исключения уровнях человеческой организации. Некий гарантированный минимальный уровень жизни должен быть неотъемлемым правом любого гражданина.

Развитием социальной составляющей концепции устойчивого развития стала фундаментальная идея соблюдения прав будущих поколений. Природные ресурсы Земли являются общим наследием всего человечества, включая как ныне живущие, так и будущие поколения. Для устойчивого развития этот постоянный резервный фонд должен передаваться из поколения в поколение как можно менее истощенным и загрязненным

В рамках концепции человеческого развития человек является не объектом, а субъектом развития. Опираясь на расширение вариантов выбора человека как главную ценность, концепция устойчивого развития подразумевает, что человек должен участвовать в процессах, которые формируют сферу его жизнедеятельности, содействовать принятию и реализации решений, контролировать их исполнение.

Экологическая составляющая должна обеспечивать целостность биологических и физических природных систем. Особое значение имеет жизнеспособность экосистем, от которых зависит глобальная стабильность всей биосферы. Более того, понятие «природных» систем и ареалов обитания можно понимать широко, включая в них созданную человеком среду, например, города. Основное внимание уделяется сохранению способностей к самовосстановлению и динамической адаптации таких систем к изменениям, а не сохранение их в некотором «идеальном» статическом состоянии. Деградация природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и утрата биологического разнообразия сокращают способность экологических систем к самовосстановлению.

Все большее число людей осознает, что само дальнейшее существование человечества будет невозможным, если деградация

природной среды его обитания превысит некоторый, пока неизвестный, а возможно, и принципиально неустановимый, критический уровень.

Единство концепций

Согласование этих различных точек зрения и их перевод на язык конкретных мероприятий, являющихся средствами достижения устойчивого развития - задача огромной сложности, поскольку все три элемента устойчивого развития должны рассматриваться сбалансировано. Важны также и механизмы взаимодействия этих трех концепций. Экономический и социальный элементы, взаимодействуя друг с другом, порождают такие новые задачи, как достижение справедливости внутри одного поколения (например, в отношении распределения доходов) и оказание целенаправленной помощи бедным слоям населения. Механизм взаимодействия экономического и экологического элементов породил новые идеи относительно стоимостной оценки и интернализации (учета в экономической отчетности предприятий) внешних воздействий на окружающую среду. Наконец, связь социального и экологического элементов вызвала интерес к таким вопросам как внутр поколенное и межпоколенное равенство, включая соблюдение прав будущих поколений, и участия населения в процессе принятия решений.

3.2.3 Стратегия, цели и принципы устойчивого развития

Стратегия устойчивого развития Республики Казахстан включает в себя несколько основополагающих принципов.

1. Макроэкономическое понятие товара, труда и вознаграждения. Предлагается основную часть денег выплачивать за достижение макроэкономических целей, снизив роль микроэкономических денег. Экономическая эффективность и инвестиционная отдача финансирования экологической, социальной и духовной сфер может проявиться только в ежегодном росте валового экономического продукта, национального богатства страны или региона. С увеличением срока вложений рентабельность вложений возрастает, достигая максимума в среднем цикле смены поколений, внедрения новых знаний и восстановления экосистем.

Прямые и опосредованные экономические эффекты улучшения состояния экологических ресурсов обусловлены, например:

- снижением заболеваемости населения, расходов на лечение;
- повышением работоспособности и настроения в экологически чистой и богатой биологическим разнообразием среде;
- снижением заболеваемости животных и растений, повышением урожайности сельхозкультур и продуктивности животноводства;
- улучшением качества земельных и водных ресурсов, являющихся основой сельского хозяйства;

- повышением инвестиционной и туристической привлекательности, имиджа территорий;
- освоением необжитых удаленных территорий с богатыми неосвоенными ресурсами за счет развития альтернативной энергетики;
- снижением себестоимости и цен на энергоносители, транспорт, коммунальные услуги за счет ресурсосберегающих и экологических технологий.

2. Реструктуризация и ориентация инвестиционных потоков на конечный результат общественных целей. Предлагается перейти к механизмам прямых инвестиций в многолетний рост будущих доходов человека, территории, отрасли и государства.

Необходимо оценить экономический потенциал каждого человека, семьи, территории и отрасли, всей страны, размер необходимых инвестиций и сроки их экономической отдачи.

3. Инвестирование развития личности и семьи. Почти каждый человек рентабелен для вложений в комплексное развитие, если инвестору гарантировать процент с прибыли от любых успешных видов деятельности этого человека. Инвестиции должны идти на изучение способностей человека, профориентацию, поиск работы или заказов, создание фирмы, рекламу. Инвестором может быть государство, город, знакомые, пенсионные фонды. Выгоднее всего вкладывать инвестиции в создание семьи и планирование рождения детей, в раннее развитие ребенка, чтобы не исправлять ошибки воспитания и рано обнаружить способности.

4. Акционерные компаньонские межгосударственные отношения. Казахстан избрал путь балансирования между интересами различных стран и финансово-промышленных группировок, ТНК. Наилучший способ балансирования - это корпоративное (акционерное) управление приростом национального дохода и других активов национального богатства. Для защиты национальной безопасности и суверенитета, лучше открыто пригласить в «соучредители» государства международные организации и межгосударственные союзы (ЕС, МВФ, НАТО, ООН), отдав им несколько процентов голосов при принятии ключевых решений, не составляющих государственную тайну. Потому что все равно их мнение принимается в расчет. Возможно, для этого нужно внести поправки в уставы этих организаций и в Конституцию РК.

5. Власть как общественный договор. Нередки случаи, когда при смене власти должностным лицам нередко даже некогда вплотную заниматься государственными делами - все время уходит на интриги и передел собственности. В выборе и назначении всех чиновников будут принимать участие крупные инвесторы, вложившие средства в государство. Это означает высокие требования к профессионализму и автоматическое долголетие положения в случае заслуг.

Меморандум Казахской «Повестки дня на 21 век» от 3 августа 1995г. призвал к разработке Повестки-21 как формы общественного договора между государством и гражданским обществом, и детализации его в Национальном плане действий по устойчивому развитию РК.

6. Обеспечить преобладание принципов многостороннего Стимулирования над принципами многостороннего Наказания. Основной регулятор жизни до сих пор - слово «нельзя», угроза инспектирования и санкций. Это препятствует инициативам и предприимчивости, ведет к психологическим реакциям зажима способностей, страха, напряженности, недоверия, трений и закрепощенности. Развитие экологических потребностей важнее штрафных санкций за загрязнение среды. В связи с этим следует:

- предусмотреть оперативное многостороннее стимулирование любой общественно-полезной деятельности, имеющей ясно выраженный результат - от предотвращения аварий, преступлений, тушения пожаров до устранения конфликтов, рождения полезных традиций и массовых инициатив;

- первостепенное право каждого человека - получить финансовое и моральное поощрение за вклад в улучшение жизнедеятельности общества;

- создать налоговые стимулы для производства и торговли социально более ценной и, в частности, экологически чистой продукции;

- создать многосторонние, в т.ч. налоговые стимулы для комплексного улучшения качества жизни административных территорий на основе показателей устойчивого развития как общих для всех территорий, так и индивидуальных. Поставить нормативы отчислений в республиканский бюджет в зависимости от улучшения показателей устойчивого развития.

7. Прямые инвестиции в снижение криминогенности общества. Один тенге в предотвращение и снижение преступности даст несколько тенге выигрыша от снижения криминогенности общества, роста доверия и правовой культуры.

Унижения, оскорбления и страх перед возможным насилием, нарушением прав, низкая культура инспектирования снижают работоспособность человека и тем самым сумму производимых благ. Сумма денег в обществе пропорциональна его честности в квадрате.

8. Механизм возврата инвестиций через отраслевые НДС (налог на добавленную стоимость), корпоративного развития отраслей. Инвестировать выгоднее не в конкретные производства и проекты, а в развитие отраслей, определенных технологий и видов товаров, или в комплекс взаимодополняющих друг друга отраслей, возвращая по договору с государством средства через прирост налоговых сборов с НДС определенных товаров. В сельском хозяйстве, например, инвестировать сбор и раздачу семян перспективных агрокультур, саженцев, молодняка

новых пород, мальков рыб, штаммов микроорганизмов, в повышение всхожести семян за счет их специальной обработки, просвещение и обучение работы с новыми культурами по телевидению и радио. Живая продукция будет ускоренно расти в геометрической прогрессии, и возврат инвестиций будет выгоден через налоги с многолетнего оборота первичной или вторичной продукции.

9. Принцип предпроектного инвестирования. Из-за отсутствия средств на разработку бизнес-планов качество проектов и возвратность кредитов снижена в несколько раз. Из-за отсутствия средств на открытие фирмы, поиск кадров, проработку идеи бизнеса, оплату лицензии и пр. не открывается по меньшей мере три фирмы из четырех. Качество проектов, государственных и международных программ исключительно повысится в случае создания длинной цепи прямых инвестиций в подбор экспертов, страхование заключений экспертов, исследование проблем и ситуаций, повышение квалификации и специализации экспертов, проведение конкурса идей проектов, анализ существующих технологий, производительных ресурсов, в маркетинг фирм-исполнителей и товарных рынков, поиск дополнительных источников финансирования, ведение переговоров, разработка схем гарантий, договоров и пр. Возврат таких предпроектных инвестиций может оперативно осуществляться через сумму привлеченных в подготовленные проекты инвестиции и кредиты.

10. Экономически выгодные преференции. Всякая деятельность, которая направлена на устранение специфичных для региона барьеров к экономическому росту, должна быть стимулирована различными льготами, ущерб от которых (например, недостача налогов при налоговых льготах) значительно будет меньше выгод от экономического роста. При этом не должны быть задействованы людские и производственные ресурсы, являющиеся источниками важных налоговых поступлений. Например, в важных для хозяйственного освоения, но вододефицитных территориях снять все виды налогов с водохозяйственной деятельности, водообеспечения. Рациональное использование воды нужно стимулировать другими способами. Высокие цены на воду - это новый виток бедности, снижение рентабельности многих видов деятельности. Также, например, устранить все налоги на деятельность по восстановлению важных для хозяйственной деятельности природных ресурсов и экосистем - деградированных земель, солончаков, фитомелиорации подтопленной местности, очистке водоемов, водоисточников, нерестилищ и т.д.

11. Макроэкономический механизм интенсификации научно-технического прогресса. Для ускорения внедрения приоритетных социально-значимых научно-технических достижений заключить договоры с государством (с зарубежными странами в случае экспорта инноваций) об оплате государством по конечному результату

экономического эффекта массового внедрения новых технологий и видов продукции в течение длительного срока. Это на порядок увеличит скорость внедрения, масштаб распространения и рентабельность инноваций.

Таким образом, несмотря на имеющиеся в современном мире экологические, социальные, экономические проблемы, вполне реальным является достижение цели не только выживания человека как биологического вида, но и реализация устойчивого, стабильного развития человеческой цивилизации, обеспечивающего удовлетворение материальных и духовных потребностей общества с сохранением имеющихся природных богатств.

С учетом причинно-следственных связей принято выделять три уровня целей устойчивого развития: генеральную цель, обеспечивающие и поддерживающие цели.

Генеральная цель – условно-бесконечное существование человеческой цивилизации и ее прогрессивное развитие.

Обеспечивающие цели:

- сохранение параметров биосферы в очень узких пределах, которые оставляют возможность существовать человеку;
- сохранение целостных природных ландшафтов как информационной основы воспроизводства человека.

Поддерживающие цели:

- воспроизводство человеком условий биосферы и экосистем в виде приближенном к существующему;
- воспроизводство экологически обусловленной трансформации социально-экономической системы.

Генеральная цель имеет два уровня измерения: необходимый – физическое выживание человека биологического; достаточный – духовное развитие человека социального. Оба уровня чрезвычайно важны. Если будет поддерживаться в основном первый, то существование цивилизации станет похожими на своеобразное сочетание инкубатора и муравейника, где главным будет лишь биологическое выживание и воспроизводство физиологической сущности человека.

Понятие устойчивого развития может быть проанализировано в нескольких принципах.

1. Политико-правовой принцип:

- развитая современная демократия (народовластие, конституционная власть, правовое государство);
- система разумного законодательства и налогообложения;
- социальная справедливость (достойная плата за труд, соблюдение прав человека);

- обеспечение свободы и равенства всех людей перед законом; координация правительственных и общественных структур;

- дружба народов, взаимная ответственность гражданина и общества;

- координация правительственных и общественных структур в обеспечении ноосферного развития общества.

2. Экономический принцип:

- цивилизованная товарно-рыночная экономика;

- свободная конкуренция производителей и продавцов;

- производство продукции, культурных благ в достаточном количестве для удовлетворения основных жизненных потребностей всех жителей планеты;

- эффективные и гуманные средства стимулирования полезной деятельности жителей.

3. Экологический принцип:

- обеспечение коэволюции общества и природы, человека и биосферы, восстановление гармонии между ними, формирование ноосферы;

- сохранение реальных возможностей не только нынешнего, но и для будущих поколений удовлетворять свои основные жизненные потребности;

- рациональное использование природных ресурсов;

- обеспечение экологической безопасности ноосферного развития;

- внедрение малоотходного производства, развитие биотехнологии;

- переход на использование альтернативных источников энергии;

- совершенствование правовых, экономических и др. методов защиты окружающей природной среды;

- сохранение видового многообразия биосферы;

- экологическое просвещение и воспитание.

4. Социальный принцип:

- искоренение голода и нищеты;

- дошкольное и школьное общее образование;

- развитие общедоступной сети профессиональных средних и высших учебных заведений.

5. Международный принцип:

- предотвращение конфликтов;

- решение любых противоречий мирными, политическими средствами;

- обеспечение партнерства всех стран и народов во всех сферах деятельности;

- оказание помощи слаборазвитым странам.

6. Информативный принцип:

- высокий уровень развития науки, техники и их воплощение на практике;
- кибернетизация и информатизация деятельности;
- выдвижение на приоритетное место интеллектуальных ресурсов перед вещественно-энергетическими.

3.2.4 Концепция устойчивого развития, ее принципы

Концепция устойчивого развития – модель развития цивилизации, которая исходит из необходимости обеспечить мировой баланс между решением социально-экономических проблем и сохранением окружающей среды.

Концепция устойчивого развития основывается на пяти основных принципах.

1. Человечество действительно способно придать развитию устойчивый и долговременный характер, с тем чтобы оно отвечало потребностям ныне живущих людей, не лишая при этом будущие поколения возможности удовлетворять свои потребности.

2. Имеющиеся ограничения в области эксплуатации природных ресурсов относительно. Они связаны с современным уровнем техники и социальной организации, а также со способностью биосферы справляться с последствиями человеческой деятельности.

3. Необходимо удовлетворить элементарные потребности всех людей и всем предоставить возможность реализовывать свои надежды на более благополучную жизнь. Без этого устойчивое и долговременное развитие попросту невозможно. Одна из главнейших причин возникновения экологических и иных катастроф - нищета, которая стала в мире обычным явлением.

4. Необходимо согласовать образ жизни тех, кто располагает большими средствами (денежными и материальными), с экологическими возможностями планеты, в частности относительно потребления энергии.

5. Размеры и темпы роста населения должны быть согласованы с меняющимся производительным потенциалом глобальной экосистемы Земли.

3.2.5 Реализация концепции устойчивого развития на различных уровнях: глобальном, региональном и национальном

Реализация концепции устойчивого развития должна учитывать несколько уровней: локальный, региональный, национальный, межгосударственный, глобальный.

На локальной и региональном уровнях возможности реализации устойчивого развития определяются, в основном, местными условиями, характеризующимися наличием природных ресурсов, уровнем жизни населения, состоянием окружающей среды и др.

Для реализации устойчивого развития на межгосударственном и глобальном уровнях требуется, кроме того, взаимовыгодное сотрудничество всех участников процесса реализации Концепции устойчивого развития.

На национальном уровне реализации устойчивого развития определяющим фактором являются политика и волеизъявление государства, а также состояние экономического, политического, социального и др. развития страны.

Список использованных источников

1. Конституция РК от 30 августа 1995 года.
2. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. Человек-экономика-Биота-Среда: Учебник для студентов вузов / 2-е изд., перераб. и дополн. – М: ЮНИТИ, 2009. – 556 с.
3. Бигалиев А.Б. Общая экология / Издание второе, переработанное и дополненное. – Алматы: Издательство «NURPRESS», 2011
4. Денисова В.В. Экология: Учебное пособие. – М., 2004
5. Абубакирова К.Д., Кожагулов С.О. Экология и устойчивое развитие. – Алматы, 2011
6. Колумбаева С.Ж. и др. Экология и устойчивое развитие. – Алматы, «Қазақ университеті», 2011
7. Алимов М.Ш. Экология и устойчивое развитие. – Алматы, 2012
8. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология: Учебник для студентов вузов / 69-е изд., доп. перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 575 с.
9. Тонкопий М.С., Сатбаев Г.С., Имкулова Н.П., Анисимова Н.М. Экология және тұрақты даму: оқулық: ҚР Білім және ғылым м-гі. Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір», 2011 – 312 б.
10. Колумбаева С.Ж. Жалпы экология. – Алматы: 2006
11. Малдыбекова К.С. Тіршіліктану – экологиялық білім беру мен тәрбиелеудің негізі. – Алматы, 2003
12. Вертянов С.Ю. основы учения о биосфере. – М., 2008
13. Экология человека: Учебное пособие. Под ред. Б.Б. Прохорова. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 440 с.
14. Гамарник Г.Н., Абубакирова К.Д. Формирование экологической политики компании. – Алматы, 2012
15. Медведев В.И., Алдашева А.А. Экологическое сознание: Учебное пособие. 2-е изд., доп. - М.: – Логос, 2011. – 384с.
16. Экология, охрана природы, экологическая безопасность. Учебное пособие. Под общей ред. А.Т. Никитина, С.А. Степанова. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 648 с.
17. Папенова К.В. Экономика природопользования. М., 2010
18. Калыгин В.Г. Промышленная экология. М.: Академия, 2010
19. Тонкопий М.С. Экология и экономика природопользования. Алматы: Экономика, 2005
20. Водный кодекс РК от 31 марта 1993 г.
21. Лесной кодекс РК от 23 января 1993 г.
22. Закон РК «Об охране, воспроизводстве и использовании животного мира» от 21 октября 1993 г.
23. Указ Президента РК «О недрах и недропользовании» от 27 января 1996г.
24. Закон РК «О земле» от 24 января 2001 г.

Учебное издание

**Оралова Айгуль Турабаевна
Ауелбекова Арайлым Жоровна**

Экология и устойчивое развитие

Основы общей экологии

Часть 1

Редактор Драк Н.М.

Подписано в печать _____ .16. Формат 60x90/16
Объем 6,2 п.л. Тираж ____ экз. Заказ
Издательство КарГТУ. 100027. Караганда, Б. Мира, 56