

**ЛЕОНТЬЕВ В.В.**



**Конспект лекций по дисциплине  
«ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ»**

**Учебное пособие для студентов СПО по специальности  
38.02.01 Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)**

**Елабуга  
2025**



**ФГАОУ ВО «КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ЕЛАБУЖСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
КАФЕДРА БИОЛОГИИ И ХИМИИ**

---

**Леонтьев В.В.**

**Конспект лекций по дисциплине  
«Экологические основы природопользования»**

**Учебное пособие  
для студентов СПО по специальности  
38.02.01 Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)**

**Елабуга  
2025**



**УДК 502:330.15; 502:338; 502:37.03**  
**ББК 20.18**  
**Л47**

Печатается по решению РИСа Елабужского института (филиала)  
Казанского (Приволжского) федерального университета  
Протокол № 4 от 25.04.2025 г.

**Составитель:**

Вячеслав Витальевич Леонтьев

**Рецензенты:**

доцент, к.б.н., старший научный сотрудник лаборатории биомониторинга института проблем экологии и недропользования АН РТ (ИПЭН АН РТ) Суходольская Раиса Анатольевна

доцент, к.п.н., доцент кафедры биологии и химии Елабужского института К(П)ФУ Масленникова Надежда Николаевна

**Л47** Конспект лекций по дисциплине «Экологические основы природопользования»: учебное пособие для студентов СПО по специальности 38.02.01 Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям) / сост. В.В. Леонтьев. – Елабуга: Изд-во Елабуж. ин-та К(П)ФУ, 2025. – 63 с. (3,9 п.л.)

В учебном пособии рассматриваются основные теоретические вопросы экологии (структура и функционирование популяций, биоценозов, экосистем, биосферы), проблемы природопользования (ресурсный потенциал, нормирование природной среды, основные положения рационального природопользования, отношения общества и природной среды, демографические вопросы, правовые вопросы охраны природы).

Данное пособие адресовано студентам колледжей, преподавателям и учителям образовательных учреждений, а также тем, кого интересуют вопросы экологических исследований и рационального природопользования природных ресурсов.

**УДК 502:330.15; 502:338; 502:37.03**  
**ББК 20.18**

© Казанский (Приволжский) федеральный университет (Елабужский институт), 2025  
© Леонтьев В.В., 2025



## СОДЕРЖАНИЕ

### Предисловие

#### I. Общие представления об экологии и природопользовании

- 1.1. Организм и факторы среды
- 1.2. Некоторые закономерности воздействия экологических факторов

#### II. Демэкология – экология популяций

- 2.1. Понятие о популяциях, их классификация и структура
- 2.2. Динамика популяций

#### III. Сообщества, биоценозы.

- 3.1. Понятие о биоценозе
- 3.2. Основные характеристики структуры биоценозов

#### IV. Экосистемы

- 4.1. Понятие об экосистемах. Учение о биогеоценозах
- 4.2. Трофические цепи и сети
- 4.3. Биологическая продуктивность экосистем
- 4.4. Динамика экосистем
- 4.5. Типы экосистем, биогеоценозов. Биомы
- 4.6. Агроэкосистемы

#### V. Биосфера

- 5.1. Понятие о биосфере
- 5.2. Пределы существования жизни в биосфере
- 5.3. Функции живого вещества

#### VI. Природопользование

- 6.1. Общие понятия о природопользовании
- 6.2. Виды природопользования
- 6.3. Классификация природных ресурсов
- 6.4. Незамкнутость ресурсного цикла
- 6.5. Понятие о загрязнениях окружающей среды, их классификация и характеристика.
- 6.6. Техногенные компоненты

#### VII. Нормирование природной среды

- 7.1. Оценка качества природной среды
- 7.2. Нормирование загрязнений
- 7.3. Оценка экологических опасностей

#### VIII. Основные положения рационального природопользования

- 8.1. Основные принципы гармонизации отношений природы и производства

#### IX. Особенности взаимодействия природы и общества в современных условиях

- 9.1. Сущность концепции экологического риска
- 9.2. Экологический кризис. Понятие, причины, признаки

#### X. Народонаселение Земли

- 10.1. Современные показатели демографической ситуации на Земле
- 10.2. Проблемы демографического роста

#### XI. Правовые основы экологической безопасности

- 11.1. Общие понятия об охране природы и объектах охраны
- 11.2. Принципы и правила охраны природы
- 11.3. Правовые и экономические механизмы охраны природы
- 11.4. Виды и методы управления природопользованием

#### Вопросы для самоподготовки

#### Рекомендуемая литература



«Мир достаточно велик, чтобы удовлетворить нужды любого человека, но слишком мал, чтобы удовлетворить людскую жадность».

**Махатма Ганди**

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Дисциплина «Экологические основы природопользования» входит в программу базового уровня по специальности в цикле естественнонаучных дисциплин (ЕН.02) в средних специальных учебных заведениях. Целью изучения предмета является рассмотрение экологических основ рационального природопользования, современного состояния природных ресурсов, состояния и механизмов охраны окружающей природной среды. Владение экологическими знаниями становится необходимым для всей деятельности человека, а экологическое образование и воспитание молодежи приобретают статус социального заказа общества в педагогической науке и практике.

Природопользование является сферой знания, включающей элементы естественных, технических, общественных наук, в том числе охрану природы с ее разделами (экологию, ресурсоведение, экономику, природопользование и др.). Курс «Экологические основы природопользования» синтезирует данные различных отраслей: биологии, географии, физики, химии, сельскохозяйственных наук, обеспечивая закрепление межпредметных связей, и, как следствие, занимает важное место в системе обучения студентов. В процессе освоения дисциплины предусмотрено овладение студентами научных основ экологического природопользования, изучение взаимосвязей живых организмов с окружающей средой и друг с другом.

Рассматриваются сущность и закономерности экологических процессов, механизмы функционирования экосистем; закономерности взаимоотношений живых организмов с окружающей природной средой, структура популяций организмов; влияние хозяйственной деятельности человека на окружающую среду; принципы и научные основы рационального природопользования; правовые и социальные аспекты экологии.

В структурном плане учебное пособие включает разделы, рассматривающие экологию и природопользование как науки; современное состояние природных ресурсов; формы эмиссий и источники, загрязняющие природную среду; основные положения рационального природопользования; вопросы демографии; правовые основы экологической безопасности.

В конце теоретического материала приведены вопросы для самоподготовки. Приведен также список рекомендуемой литературы.

Учебная дисциплина ЕН.02 «Экологические основы природопользования» является дисциплиной математического и общего естественнонаучного учебного цикла в соответствии с ФГОС по специальности СПО 38.02.01 Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям). Общая трудоемкость лекционно материала составляет 18 час.



## I. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ОБ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ.

Существует несколько различных толкований содержания этого термина:

- экология – биологическая наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней, взаимоотношения организмов между собой и с окружающей средой;
- экология – комплексная наука, синтезирующая данные естественных и общественных наук о природе и ее взаимодействии с обществом;
- экология – особый общенаучный подход к исследованию проблем взаимодействия организмов, биосистем и среды (экологический подход);
- экология – совокупность научных и практических проблем взаимоотношений человека и природы (экологические проблемы).
- наконец, экология в широком смысле теперь рассматривается не только как система наук, а как нечто большее – это мировоззрение.

**Предметом исследования** экологии являются биологические макросистемы (популяции, биоценозы, экосистемы) и их динамика во времени и пространстве.

Основные **задачи** экологии заключаются в изучении динамики популяции, биоценозов и их систем, вскрытии законов экологических процессов и овладении управлением ими в условиях неизбежной индустриализации и урбанизации планеты.

Экология – междисциплинарная наука, находящаяся на стыке социальных наук, химии, геологии, физики, математики (рис.1). Экология является одной из основ охраны природы и сохранения биоразнообразия.

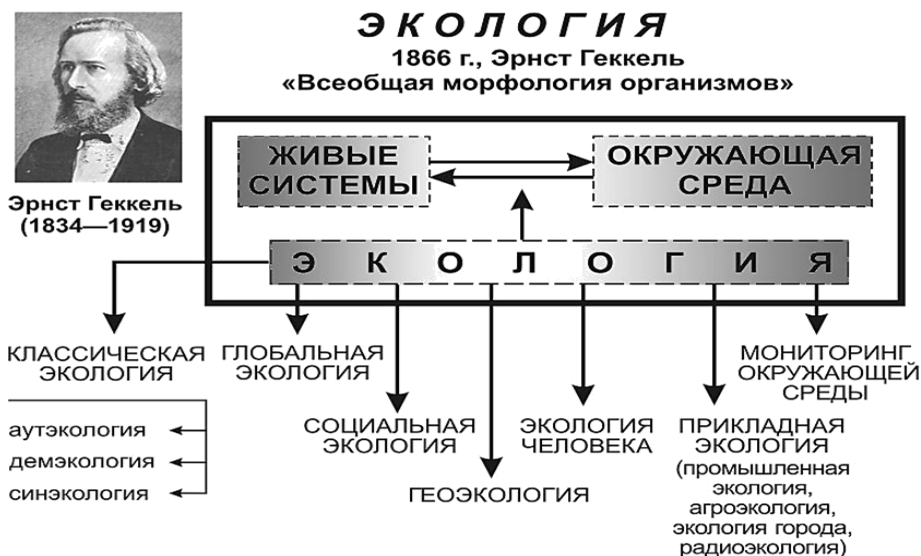


Рис.1. Структура экологии

**Предметом изучения дисциплины «Экологические основы природопользования»** является взаимодействие и взаимосвязь человека, человеческого общества со средой своего обитания, и принципов рационального природопользования.

**Природопользование** – комплексная дисциплина, включающая элементы естественных, общественных и технических наук. Природопользование включает два блока взаимосвязанных наук: ресурсоведение и экология (рис.2).

**Ресурсоведение** – это научное сопровождение компонентных, отраслевых и селитебного классов использования природных ресурсов.



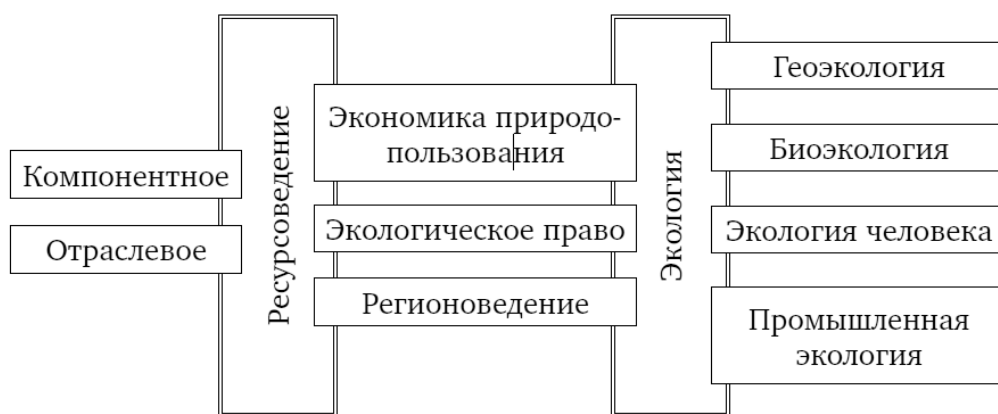


Рис.2. Структура природопользования как науки

### 1.1. ОРГАНИЗМ И ФАКТОРЫ СРЕДЫ.

#### Экологические факторы

Любые компоненты или условия среды, способные оказывать влияние на организмы, называются **экологическими факторами**.

Условно все факторы среды подразделяются на три большие группы: **абиотические, биотические и антропогенные** (правильнее называть – антропические) (рис.3).



Рис.3. Классификация экологических факторов

**Абиотические факторы** – это факторы неживой природы, прямо или косвенно воздействующие на живые организмы (**климатические**: температура, барометрическое давление, ветер, влажность, световой режим и другие; **атмосферные**: химический состав атмосферы; **почвенные**: эдафические; **геоморфологические** (орографические), **гидрологические** и другие).

**Биотические факторы** – это факторы живой природы, всевозможные формы влияния живых организмов друг на друга. Эти влияния могут быть со стороны растений (**фитогенные**), животных (**зоогенные**), грибов (**микогенные**) и микроорганизмов.

Биотические факторы подразделяются на **прямые** – связанные с непосредственным воздействием одних организмов на другие (например, гриб трутовик паразитирует на березе, трофические отношения), и **косвенные** – через изменения окружающей неживой природы. Например, густые ветви ели, затеняя почву, угнетают травянистую растительность под кроной. Химическое взаимовлияние одних растений на другие при помощи продуктов метаболизма (фитонцидов, гликозидов, эфирных масел) называется **аллелопатией** (от греч. *allelon* – взаимно, и *pathos* – страдание).



**Антропоические** (антропогенные) факторы – это те формы деятельности человека, которые воздействуют на окружающую среду, изменяют условия обитания живых организмов или непосредственно влияют на отдельные виды растений и животных.

Среди антропоических факторов различают **прямое воздействие** на организмы (например, промысел, охота, вырубка леса, скашивание) и **косвенное** – влияние на местообитание (например, загрязнение среды, уничтожение растительного покрова, строительство плотин на реках).

Среди антропогенных факторов выделяют **техногенные** факторы, к которым относят электромагнитные поля, радиацию, осушение, загрязнение, подтопление и другие.

Все факторы можно разделить на ресурсы и условия среды.

**Ресурсы** – все то в природе, из чего организм черпает энергию и получает необходимые вещества для своей жизнедеятельности. Различают пищевые и энергетические ресурсы.

Таблица 1

Классификация ресурсов

По исчерпаемости		
Исчерпаемые		Неисчерпаемые
Возобновимые	Невозобновимые	
Растительность (лес) Животный мир Микроорганизмы Вода	Полезные ископаемые и минералы недр	Ветер, солнечная радиация, осадки, приливы и отливы, течения и т.д.

**Условия** – это изменяющиеся во времени и пространстве абиотические факторы, на которые организмы реагируют по-разному в зависимости от их силы. Условия среды налагают определенные ограничения на организмы.

## 1.2. НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Экологические факторы по значению подразделяются на **главные** (ведущие), **сопутствующие** (второстепенные) и **ограничивающие** (лимитирующие). Они действуют на организм не изолированно, а комплексно.

В действиях факторов по отношению к организмам можно выделить некоторые общие закономерности.

**1. Правило оптимума.** Каждый фактор имеет определенные пределы положительного влияния на организм. Максимальное и минимальное проявление действия фактора отрицательно сказывается на жизнедеятельности организма. Например, как недостаток воды, так и его чрезмерный избыток может плохо сказываться на жизнедеятельности растения.

Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется оптимумом или зоной оптимума экологического фактора. За пределами зоны оптимума лежат зоны угнетения (пессимума), переходящие в критические точки, за которыми существование организма невозможно: наступает смерть (рис.4).





Рис.4. Схема действия факторов среды на живые организмы

Пределы выносливости между критическими точками называют **экологической валентностью (толерантностью)** организмов по отношению к конкретному фактору.

**2. Закон толерантности.** Понятие о влиянии максимального значения фактора, выход за пределы которого ограничивает жизнедеятельность организма, ввел в 1913 году американский зоолог **В. Шелфорд**.

Оно отражено в **законе максимума, или законе толерантности** (от лат. tolerantia – терпение), который иногда называют **правилом Шелфорда**: присутствие или процветание каких-либо организмов в данном местообитании зависит от комплекса экологических факторов, к каждому из которых у организма существует определенный диапазон толерантности – выносливости. Диапазон устойчивости по каждому фактору ограничен его минимальными и максимальными значениями, в пределах которых только и может существовать организм (**экологический стандарт вида**).

В зависимости от требований к среде все живые организмы делятся на две группы.

**Эврибионты** (от греч. eurus – широкий, и bion – живущий) – **организмы, способные существовать при широком диапазоне изменения факторов**. Например, **эвритермы** – организмы, переносящие широкие колебания температуры, **эвригалины** – организмы, переносящие большие колебания солености воды, **эврифаги** – организмы, питающиеся разнообразной пищей (всеядные животные), **эвритопы** – организмы, широко распространенные в разных местообитаниях, и т.д.

**Стенобионты** (от греч. stenos – узкий, и bion – живущий) – организмы, способные существовать в строго определенных условиях среды, часто в очень узких ее рамках. Например, **стенотермные** организмы обитают только при небольших колебаниях температуры (форель, кораллы); **стеногалинные** организмы, не переносящие заметных изменений солености воды, **стенофаги** – организмы, приспособленные к потреблению определенного вида пищи (клест, змеи-яйцееды), **стенотопы** – организмы, способные жить лишь в определенных местообитаниях, и т.п.

**3. Правило лимитирующих (ограничивающих) факторов.** Сущность этого правила заключается в том, что фактор, находящийся в недостатке или избытке (вблизи критических точек), отрицательно влияет на организмы и, кроме этого, ограничивает возможность проявления действия других факторов, в том числе и находящихся в оптимуме.

Понятие о лимитирующих факторах было введено еще в 1840 году немецким агрохимиком **Юстусом Либихом** (1803-1873). Он изучал влияние на рост растений содержания различных химических элементов в почве и сформулировал принцип: **«Веществом, находящимся в минимуме, управляется урожай и определяется величина и устойчивость последнего во времени»**. Этот принцип известен под названием **правила минимума или закона Либиха** (рис.5).



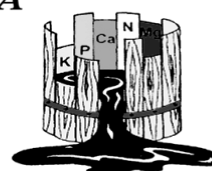


(1803—1873)

## ЗАКОН МИНИМУМА

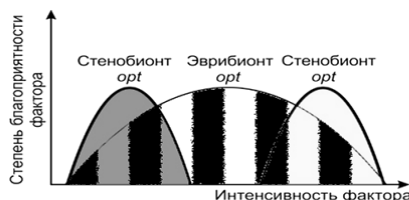
(Ю. Либих, 1840 г.)

В комплексе факторов среды сильнее действует тот, который ближе всего к пределу выносливости.



## ЗАКОН ТОЛЕРАНТНОСТИ

(В. Шелфорд, 1913 г.)



Лимитирующим фактором функционирования организма может быть как минимум, так и максимум экологического фактора, диапазон между которыми определяет величину толерантности (выносливости) организма к данному фактору.

Рис.5. Проявление лимитирующих факторов среды

**4. Правило взаимодействия факторов.** Сущность его заключается в том, что одни факторы могут усиливать или смягчать силу действия других факторов.

Например: увядание растений можно приостановить либо увеличением влаги в почве, либо снижением температуры воздуха, уменьшая испарение. Создается эффект частичного взаимозамещения факторов.

Другой пример: сильный мороз, при безветрии переносится легче, чем небольшой, но с сильным ветром. Это – эффект совместного действия факторов.

В природе все факторы действуют комплексно, изменяя значения друг друга. Недостаток или избыток действия одного фактора лимитирует распространенность организмов и их комплексов, даже если интенсивность других факторов оптимальна. Отношение вида к действию комплекса факторов – **экологический спектр вида**.

## II. ДЕМЭКОЛОГИЯ – ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ.

### 2.1. ПОНЯТИЕ О ПОПУЛЯЦИЯХ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И СТРУКТУРА.

Термин «**популяция**» происходит от латинского слова **populis** (народ), с греческого – **demos**, и в дословном переводе означает «население». Понятие о популяции появилось в начале двадцатого века в связи с развитием эволюционно-генетического направления в биологии. Этот термин впервые использовал датский генетик В.Л. Иогансен (1857-1927).

**Популяцией** в экологии называют группу особей одного вида, находящихся во взаимодействии между собой и совместно населяющих общую территорию.

Расширенное понятие о популяции дается в следующих определениях:

Под **популяцией** понимается совокупность особей определенного вида, в течение достаточно длительного времени (большого числа поколений) населяющая определенное пространство, внутри которого практически осуществляется та или иная степень панмиксии и нет заметных изоляционных барьеров, которая отделена от соседних таких же совокупностей особей данного вида той или иной степенью давления тех или иных форм изоляции (Н.В. Тимофеев-Ресовский и др., 1973);

**Популяция** – это группировка особей одного вида, населяющих определенную территорию и характеризующихся общностью морфобиологического типа, специфичностью генофонда и системой устойчивых функциональных взаимосвязей (И.А. Шилов, 1988).



## Классификация популяций

Экологи руководствуются различными принципами для выделения и классификации популяций как территориальных группировок в пределах вида.

Проф. МГУ Н.П. Наумов на примере млекопитающих рассматривал **вид как иерархическую систему популяций различных рангов** (рис.6). Его классификация основывается на ландшафтно-биотопическом подходе к выделению популяционных единиц.

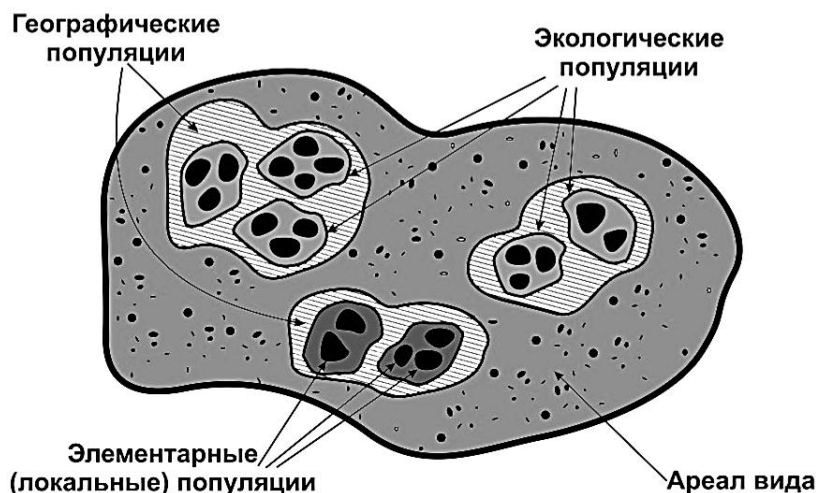


Рис.6. Пространственное подразделение популяций разных уровней (по Н.П. Наумову)

**Локальная популяция** – совокупность особей вида, занимающая небольшой участок однородной территории или акватории. Такие популяции могут быть временными и нестабильными. Например, популяция белок в сосновом лесу.

**Экологическая популяция** – это население одного типа местообитания (биотопа), характеризующееся общим ритмом биологических циклов и характером образа жизни. Это территориальные группировки, которые формируются как совокупность элементарных популяций (например, популяции белок в сосновых или еловых лесах).

Популяции, обитающие в схожих экологических условиях в пределах сходного по климатическим условиям региона, образуют **экологические расы**.

Наиболее крупные территориальные группировки вида – **подвиды**, или **географические расы**. Ареалы подвидов у подвижных форм могут быть очень велики. В их пределах на территориях с однородными географическими условиями выделяются **географические популяции**, отличающиеся общностью приспособлений к климату и ландшафту.

**Географическая популяция** – совокупность особей одного вида, населяющих территорию с однородными условиями существования и обладающих общим морфологическим типом и единым ритмом жизненных явлений и динамики населения.

## Структура популяций

Любая природная популяция имеет определенную структуру (рис.7-10) и характеристики (рис.11).



**Генетическая структура** – соотношение различных генов в популяции

**Морфологическая структура** – соотношение морфотипов

**Пространственная структура** – распределение особей в пространстве

**Возрастная структура** – соотношение особей разного возраста

**Половая структура** – соотношение полов

**Этологическая структура** – система взаимоотношений между особями

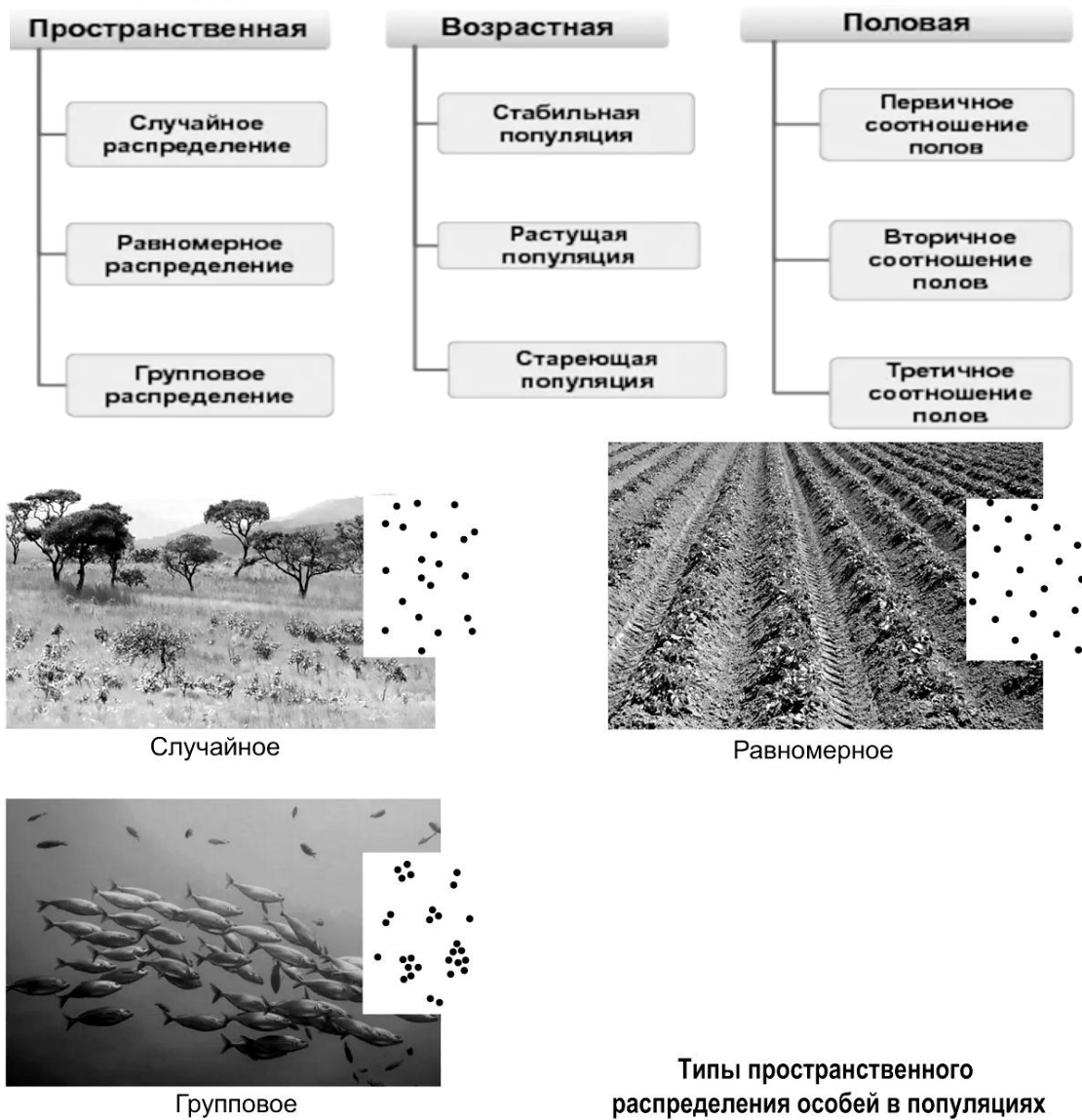


Рис.7. Пространственная структура популяций





Рис.8. Пространственная структура популяций по типу использования территорий

На возрастную структуру популяции значительно влияют такие показатели, как рождаемость и смертность, величина которых зависит от возраста особей популяции. Процент разных возрастных групп в популяциях большой степени определяет ее репродуктивные возможности. В популяциях животных выделяют три возрастные группы:

- Дорепродуктивная;
- Репродуктивная;
- Пострепродуктивная.

Рис.9. Возрастная структура популяций

**Стая** - это временные объединения животных, которые проявляют биологически полезную организованность действий. Стаи облегчают выполнение каких-либо функций в жизни вида: защиты от врагов, добычи пищи, миграции. Наиболее широко стайность распространена среди птиц и рыб, у млекопитающих характерна для многих собачьих. В стаях сильно развиты подражательные реакции и ориентация на соседей.

**Стадо** - это более длительные и постоянные объединения животных по сравнению со стаями. В стадных группах, как правило, осуществляются все основные функции жизни вида: добывание корма, защита от хищников, миграции, размножение, воспитание молодняка и т. п. Основу группового поведения животных в стадах составляют взаимоотношения *доминирования-подчинения*, основанные на индивидуальных различиях между особями.

**Колония** - это групповые поселения оседлых животных. Они могут существовать длительно или возникать лишь на период размножения. По сложности взаимосвязей между особями колонии животных чрезвычайно разнообразны – от простых территориальных скоплений одиночных форм до объединений, где отдельные члены выполняют, как органы в целостном организме, разные функции видовой жизни.

**Гарем** - это группа самок вокруг одного самца у полигамных видов животных

Рис.10. Этологическая структура популяций





- **статические**

- численность
- плотность
- популяционный ареал

- **динамические**

- рождаемость
- смертность
- относительный прирост численности
- абсолютный прирост численности
- Численность популяции – это общее количество особей на данной территории или в данном объеме;
- Плотность популяции – среднее число особей на единицу площади или объема;
- Рождаемость – число особей появившихся за единицу времени в результате размножения;
- Смертность – число особей популяции погибших за единицу времени
- Прирост – разница между рождаемостью и смертностью (м.б. как положительным, так и отрицательным);
- Темп роста – средний прирост за единицу времени.
- Биотический потенциал – теоретический максимум потомков от 1 пары особей за единицу времени

Рис.11. Характеристики популяций

## 2.2. ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ.

### Биотический потенциал

Любая популяция теоретически способна к неограниченному росту численности, если ее не лимитируют факторы внешней среды. В таком гипотетическом случае скорость роста популяции будет зависеть только от величины **биотического потенциала**, свойственного виду.

Понятие биотического (репродуктивного) потенциала введено в экологию в 1928 г. **Р. Чепменом**. Этот показатель отражает теоретический максимум потомков от одной пары (или одной особи) за единицу времени, например, за год или за весь жизненный цикл.

При расчетах его чаще всего выражают коэффициентом  $r$  и вычисляют как максимально возможный прирост популяции  $\Delta N$  за отрезок времени  $\Delta t$ , отнесенный к одной особи, при начальной численности популяции  $N_0$ :

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = rN_0, \quad \text{откуда} \quad r = \frac{\Delta N}{N_0 \Delta t}.$$

Кривая, отражающая на графике подобный рост популяции, быстро увеличивает крутизну и уходит в бесконечность. Такая кривая носит название **экспоненциальной** (рис.13).

В природе биотический потенциал популяции никогда не реализуется полностью. Численность любой популяции регулируется внутренними (ВВК) и внешними (МВК, хищники, паразиты, эпизоотии, дефицит ресурсов) механизмами (рис.12).

Его величина обычно складывается как разность между рождаемостью и смертностью в популяциях:  $r = b - d$ , где  $b$  – число родившихся, а  $d$  – число погибших особей в популяции за один и тот же период времени.



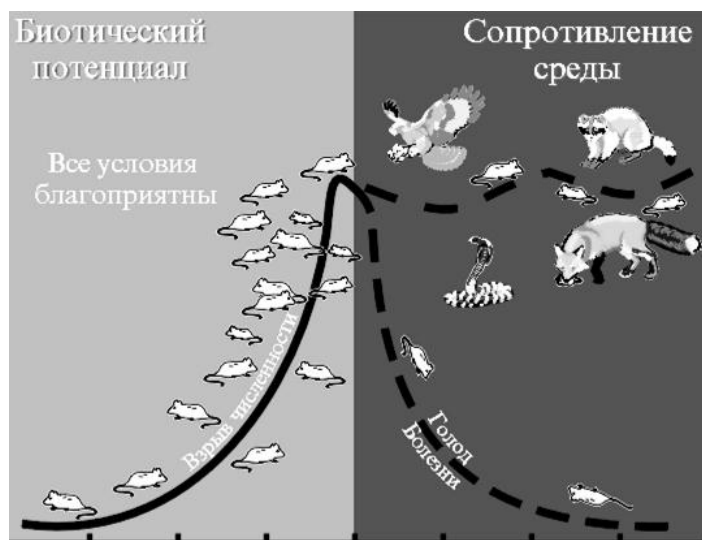


Рис.12. Факторы, влияющие на биотический потенциал

Кривая, отражающая реальный рост популяции в природе, выходит S-образно на плато, и называется **S-кривая** или **лог-кривая** (рис.13).

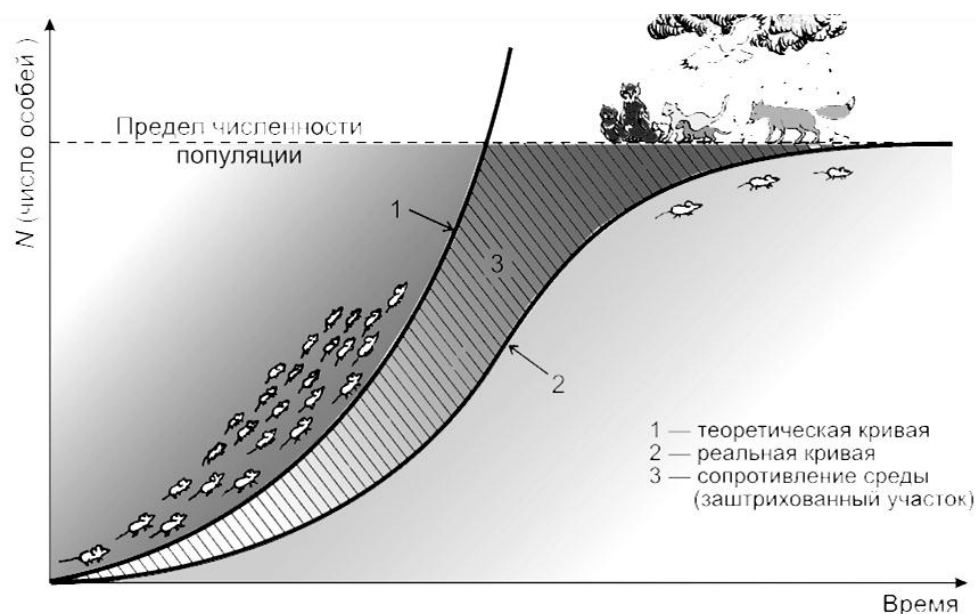


Рис.13. Кривые роста численности популяций (по Ф. Дрё)

Математическая модель лог-кривой выглядит следующим образом:

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{(K - N)}{K}; \quad K - \text{предел насыщения популяции}$$

Общие изменения численности особей в популяции складываются за счет четырех явлений: рождаемости ( $b$ ), смертности ( $d$ ), вселения (иммиграции) и выселения (эмиграции) особей.

**Рождаемость** – это число новых особей, появляющихся в популяции за единицу времени в расчете на определенное число ее членов.

Различают **абсолютную** и **удельную рождаемость**. Первая характеризуется общим числом родившихся особей. Например, если в популяции северных оленей, насчитывающей 16 тыс. голов, за год появилось 2 тыс. оленят, то это число и выражает абсолютную рождаемость. Удельную вычисляют как среднее изменение численности на особь за определенный интервал времени, и в данном случае она составит 0,125, т. е. один новорожденный на 8 членов популяции за год.



**Смертность** – это число особей, погибших в популяции за единицу времени в расчете на определенное число ее членов.

Различают **абсолютную** и **удельную смертность**.

У различных видов животных в зависимости от продолжительности жизни, стратегии выживания различают следующие типы динамики численности особей в популяциях (рис.14).

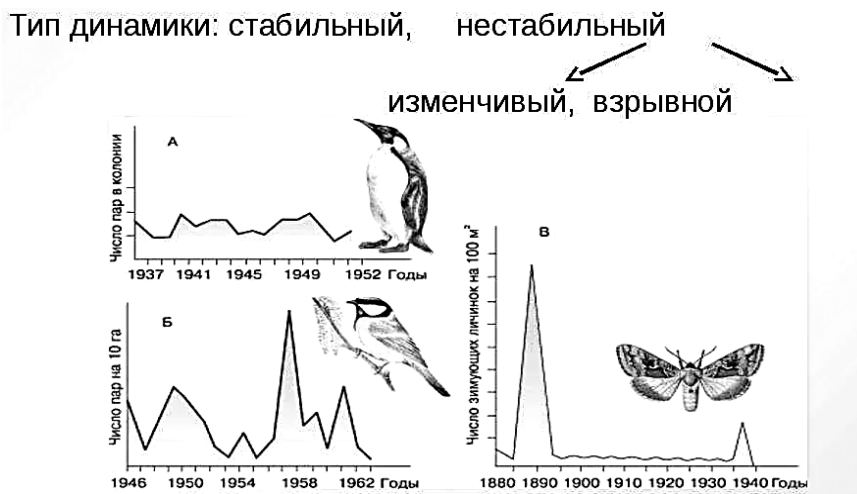


Рис.14. Динамика численности особей в популяциях

### III. СООБЩЕСТВА, БИОЦЕНОЗЫ.

#### 3.1. ПОНЯТИЕ О БИОЦЕНОЗЕ.

Непосредственное живое окружение организма составляет его **биоценотическую среду**. Живые организмы образуют определенные сожительства, или сообщества, в которые входят виды, приспособленные к совместному обитанию. Группировки (популяции) совместно обитающих и взаимно связанных видов, сосуществующих в пространстве и времени, называют **биоценозами** (от лат. «биос» – жизнь, «ценоз» – общий).

**Биоценоз** – это совокупность популяций организмов, связанных друг с другом различными взаимоотношениями и занимающих часть биосферы, которая отличается однообразными условиями обитания. Понятие «**биоценоз**» было предложено в 1877 г. немецким гидробиологом **К. Мёбиусом**, изучавшим места обитания устриц в Северном море.

Масштабы биоценологических группировок организмов очень различны, от сообществ подушек лишайников на стволах деревьев или разлагающегося пня до населения целых ландшафтов: лесов, степей, пустынь и т.п.

#### 3.2. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРУКТУРЫ БИОЦЕНОЗОВ.

У каждого биоценоза есть свои отличительные характеристики: количественные и качественные показатели, дающие представление о биоценозе.

Выделяют следующие характеристики:

- видовое разнообразие;
- биомасса;
- продуктивность;
- густота популяций;
- занимаемая площадь;
- объем.



## Видовое разнообразие

**Видовое разнообразие** – совокупность популяций разных видов, которые включены в состав биоценоза (рис.15).

Есть биоценозы, в которых видовое разнообразие незначительное. К ним относятся территории, на которых природные условия считаются сложными для жизни: тундры, высокогорные области, жаркие и арктические пустыни. Также выделяют биоценозы, которые отличаются богатством видового разнообразия. Это, в первую очередь, влажные леса и коралловые рифы тропических морей.

Видовое разнообразие определяется, в том числе, тем, сколько времени существует сам биоценоз. Этот показатель увеличивается в период становления и развития биоценоза.

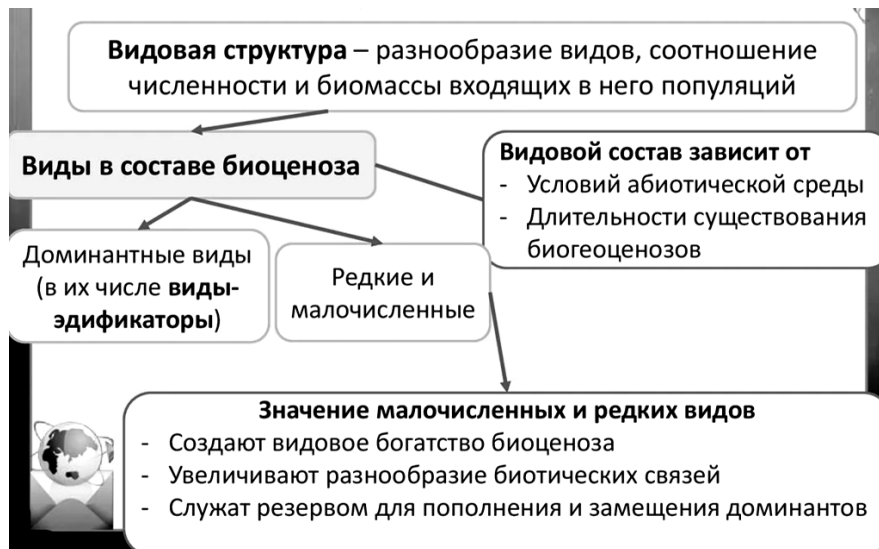


Рис.15. Видовая структура биоценоза

## Пространственная структура

Пространственная структура определяется тем, как виды размещаются в пространстве – **ярусностью**, которая наиболее выражена в лесах (рис.16). Последняя может быть подземной и надземной. Благодаря ярусности растений сокращается конкуренция за свет, а популяции животных распространяются ярусно (речь идет о трофических и пространственных связях).

- 1 ярус – деревья первой величины
- 2 ярус – деревья второй величины
- 3 ярус – подлесок
- 4 ярус – высокие травы
- 5 ярус – низкие травы
- 6 ярус – наиболее низкие травы и мхи

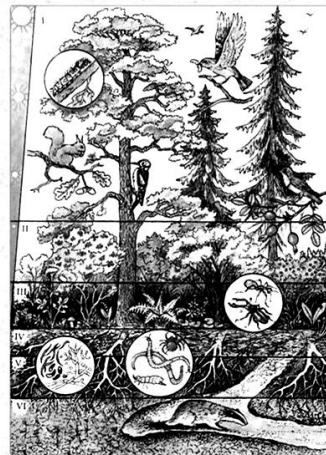


Рис.16. Пространственная структура биоценозов



## Экологическая структура

Экологическая структура сообществ может быть выделена по разным принципам: по типу питания, по типу обитания, по отношению к факторам среды и т.д.

По **типу питания** выделяют группы **автотрофов**, **гетеротрофов** и **миксотрофов**.

**Автотрофы** синтезируют органические вещества из неорганических. К ним относятся растения, цианеи (**фотосинтетики**), некоторые бактерии (**хемосинтетики**).

**Гетеротрофы** пользуются органическими веществами, которые синтезировали другие виды. Среди гетеротрофов есть **фитофаги** (травоядные), **хищники**, **паразиты** и **сапротрофы** – те организмы, которые употребляют в пищу останки других организмов или продукты жизнедеятельности других организмов. Также в группе гетеротрофов важно упомянуть группу **полифагов** – организмов, питающихся органическими веществами различного происхождения. Так питается бурый медведь, свинья, рыжий таракан, крыса, человек.

**Миксотрофы** – организмы, которые могут и синтезировать органические вещества из неорганических, как автотрофы, и употреблять уже готовые органические соединения как гетеротрофы (эвглена).

По типу биотопического обитания выделяют **викарирующие виды** (**викариация – замещение**) (рис.17).



Рис.17. Экологическая структура сообществ по типу функциональной роли

## Биомасса и продуктивность биоценоза

**Биомасса** – общая масса всех особей разных видов в пересчете на единицу площади или объема (рис.16).

**Продуктивность биоценоза** – количество биомассы, которую производит биоценоз за конкретную единицу времени (рис.18).

Различают продуктивность:

1. **Первичная** – образуется автотрофами;
2. **Вторичная** – образуется гетеротрофами.

<p><b>Первичная продукция</b> - органическая масса, создаваемая растениями за единицу времени.</p> <p><b>Валовая первичная продукция</b> - общее количество вещества, создаваемого при фотосинтезе.</p> <p><b>Чистая первичная продукция</b> - скорость накопления органических веществ. ВПП примерно на 20 % выше, чем ЧПП, так как часть энергии растения тратят на дыхание.</p> <p><b>Вторичная продукция</b> - прирост консументов.</p>
---

Рис. 18. Продуктивность экосистем



## Экологическая ниша

Положение вида, которое он занимает в общей системе биоценоза, комплекс его биоценотических связей и требований к абиотическим факторам среды называют **экологической нишей** вида (рис.19).

Концепция экологической ниши оказалась очень плодотворной для понимания законов совместной жизни видов. Над ее развитием работали многие экологи: **Дж. Гриннелл, Ч. Элтон, Г. Хатчинсон, Ю. Одум** и др.

Понятие «**экологическая ниша**» следует отличать от понятия «**местообитание**». В последнем случае подразумевается та часть пространства, которая заселена видом и которая обладает необходимыми абиотическими условиями для его существования – это «**адрес**» вида.

Специализация вида по питанию, использованию пространства, времени активности и другим условиям характеризует специализацию вида – его «**профессию**».



Рис.19. Понятие об «экологической нише» вида

**Г. Хатчинсон** выдвинул понятия фундаментальной и реализованной экологической ниши.

Под **фундаментальной** понимается весь возможный набор условий, при которых вид может успешно существовать и размножаться. В природных биоценозах, однако, виды осваивают далеко не все пригодные для них ресурсы вследствие, прежде всего, конкурентных отношений.

**Реализованная экологическая ниша** – это положение вида в конкретном сообществе, где его ограничивают сложные биоценотические отношения. Иными словами, фундаментальная экологическая ниша характеризует потенциальные возможности вида, а реализованная – ту их часть, которая может осуществиться в данных условиях, при данной доступности ресурса. Таким образом, реализованная ниша всегда меньше, чем фундаментальная.

Каждый вид в сообществе занимает определенную экологическую нишу (рис.20).





Рис.20. Распределение животных в лесу

## IV. ЭКОСИСТЕМЫ.

### 4.1. ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОСИСТЕМАХ. УЧЕНИЕ О БИОГЕОЦЕНОЗАХ.

Термин «экосистема» был предложен в 1935 г. английским экологом **А. Тенсли**, который подчеркивал, что при таком подходе неорганические и органические факторы выступают как равноправные компоненты, и мы не можем отделить организмы от конкретной окружающей их среды: любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ, называется **экосистемой**.

**Экосистема** – единый природный или природно-антропогенный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в котором живые и косные экологические компоненты связаны между собой обменом веществ и распределением энергии (Реймерс).

Для поддержания круговорота веществ в системе необходимо наличие запаса неорганических молекул в усвояемой форме и трех функционально различных экологических групп организмов: продуцентов, консументов и редуцентов.

**Продуценты** – автотрофные организмы, способные наращивать свою биомассу за счет усвоения неорганических соединений, воды и солнечной энергии (**фототрофы**, **фотосинтетики**) или энергии химических реакций (**хемотрофы**, **хемосинтетики**).

**Консументы** – это гетеротрофные организмы (травоядные и хищники), потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов и трансформирующие его в новые формы.

**Редуценты** (почвенные обитатели – бактерии, сапрофаги, копрофаги, некрофаги), которые питаются за счет мертвого органического вещества (**мортотомассы**: опад, отпад, моча, экскременты, рога, перьевой и волосистой покровы и т.д.), разлагая его до простых неорганических соединений, доступных растениям, вовлекая их опять в круговорот веществ.



Масштабы экосистемы в природе чрезвычайно различны. В качестве отдельных экосистем можно рассматривать, например:

каплю воды с простейшими, подушку лишайников на стволе дерева, и разрушающийся пенёк с его населением – **микрoэкоcистемы**;

небольшой временный водоем, луг, лес со всеми обитателями – **мезоэкоcистемы**;

биомы (степь, пустыню, континент, весь океан) – **макроэкоcистема**;

и, наконец, всю поверхность Земли, занятую жизнью – биосферу – **глобальная экосистема**.

Учение об экосистеме тождественно учению о биогеоценозе, но имеются отличия.

**Учение о биогеоценозах.** Параллельно с развитием концепции экосистем успешно развивается учение о биогеоценозах, автором которого был академик В.Н. Сукачев (1942): «**Биогеоценоз** – это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющих свою специфику взаимодействия этих слагаемых ее компонентов и определенный тип обмена веществами и энергией между собой и другими явлениями природы и представляющая собой внутренне противоречивое единство, находящееся в постоянном движении, развитии».

В биогеоценозе В.Н. Сукачев выделял два блока: **экотоп** – совокупность условий абиотической среды и **биоценоз (биотоп)** – совокупность всех живых организмов (рис.21).

**Экотоп** часто рассматривают как абиотическую среду, не преобразованную растениями (первичный комплекс факторов физико-географической среды), а **биотоп** – как совокупность элементов абиотической среды, видоизмененных средообразующей деятельностью живых организмов (**биоценозом**).

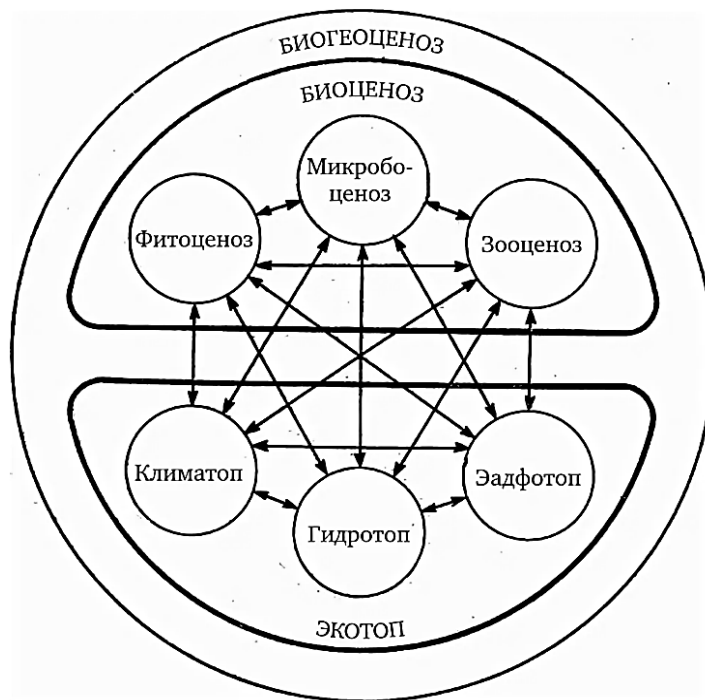


Рис.21. Структура биогеоценоза

#### 4.2. ТРОФИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СЕТИ.



Поддержание жизнедеятельности организмов и круговорот вещества в экосистемах возможны только за счет постоянного притока энергии. Вся жизнь на Земле существует за счет энергии солнечного излучения, которая переводится фотосинтезирующими организмами в химические связи органических соединений. Гетеротрофы получают энергию с пищей, поедая растения и других животных. Поэтому все живые существа связаны между собой энергетическими отношениями. Пищевые связи в сообществах – это механизмы передачи энергии от одного организма к другому. В каждом сообществе трофические связи переплетены в сложную сеть. Путь каждой конкретной порции энергии, накопленной зелеными растениями, короток. Она может передаваться не более чем через 4–6 звеньев ряда, состоящего из последовательно питающихся друг другом организмов. Такие ряды, в которых можно проследить пути расходования изначальной дозы энергии, называют **цепями питания** (рис.22).

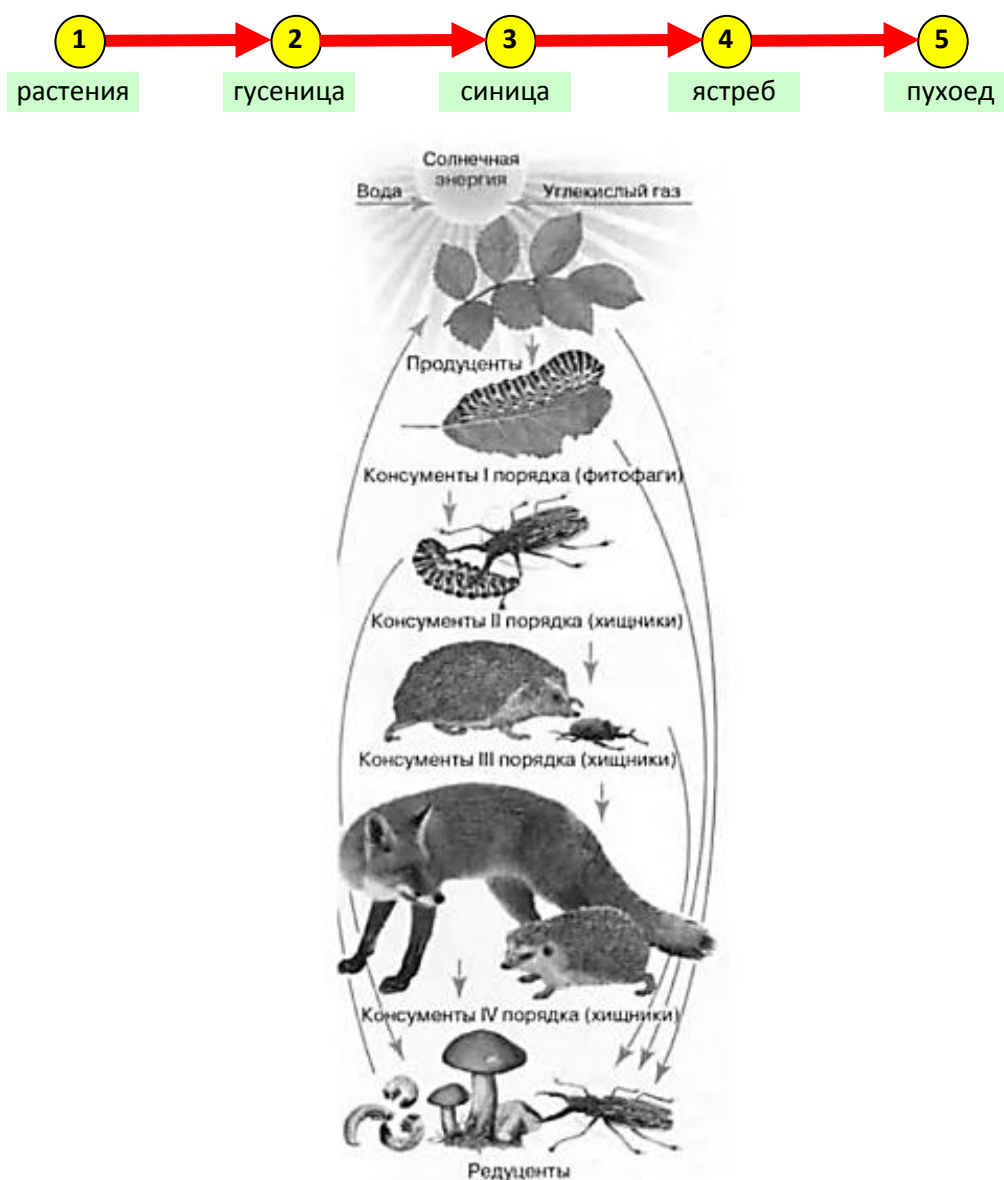


Рис.22. Трофическая цепь в экосистеме

Место каждого звена в цепи питания называют **трофическим уровнем**.

**Первый трофический уровень** – это всегда продуценты, создатели органической массы (**фототрофы** и **хемотрофы**); растительноядные консументы относятся ко **второму трофическому уровню**; плотоядные, живущие за счет растительноядных форм, – к **третьему**; потребляющие других плотоядных – соответственно к **четвертому** и



т.д. Таким образом, различают консументов первого, второго и третьего порядков, занимающих разные уровни в цепях питания.

Виды с широким спектром питания могут включаться в пищевые цепи на разных трофических уровнях. Так, например, человек, в рацион которого входит как растительная пища, так и мясо травоядных и плотоядных животных, выступает в разных пищевых цепях в качестве консумента первого, второго и третьего порядков. Виды, специализированные на растительной пище, например, тли, зайцеобразные, копытные, всегда являются вторым звеном в цепях питания. Кроме того, эти отношения усложняются фито- и зоопаразитами.

В каждом сообществе трофические связи переплетены в сложную **пищевую сеть** (рис.23), т.к. многие консументы способны переключаться на потребление различной пищи. К тому же большинство видов на разных этапах онтогенеза могут занимать разные трофические уровни (например, головастики и лягушка). Сапрофаги при определенных условиях могут переходить к фито- и зоофагии. Растительноядные могут становиться зоофагами (северный олень переходит к питанию леммингом при их массовом размножении). Отдельные виды являются полифагами (например, медведь, кабан, человек).

В процессе жизнедеятельности все живые организмы образуют мертвые органические остатки (**мортомасса**): эпидермис, перья и волос во время линьки, сброс рогов, экскременты, моча, трупы, опад (листья, веточки), отпад (ветки, стволы деревьев) и мн. др., которые потребляются сапро-, детрито-, копро-, некрофагами – **редуцентами**.

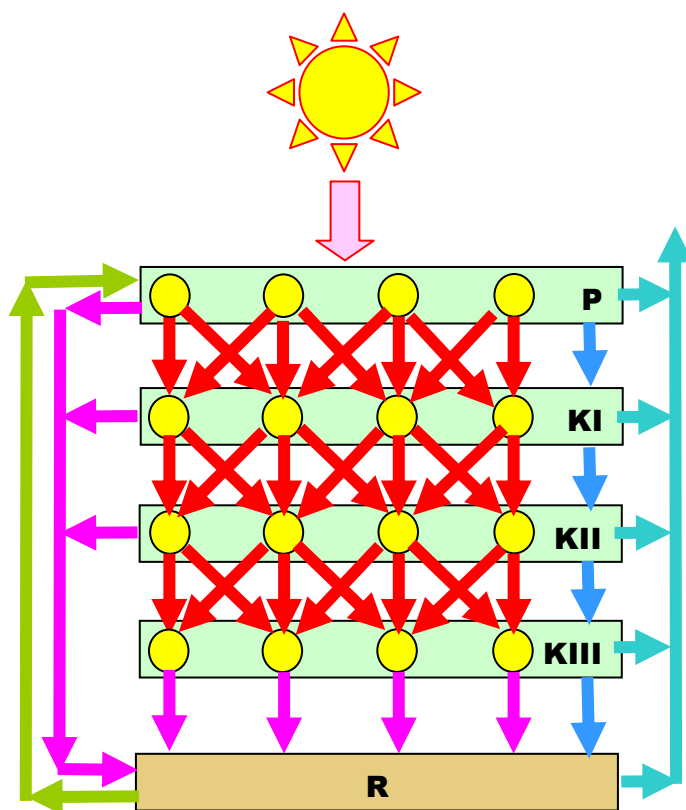


Рис.23. Трофическая сеть в экосистеме

Трофические цепи, которые начинаются с фотосинтезирующих организмов, называют **цепями выедания** (или **пастбищными**, или **цепями потребления**), а цепи, которые начинаются с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных, – **детритными цепями разложения**.

Таким образом, поток энергии, входящий в экосистему, разбивается далее как бы на два основных русла, поступая к консументам через живые ткани растений или



запасы мертвого органического вещества, источником которого также является фотосинтез (рис.24).

Каждая конкретная порция энергии, накопленная зелеными растениями, за короткое время переходит через 4-6 трофических уровней. Часть энергии органических соединений затрачивается консументами на поддержание физиологических процессов, размножение и прирост биомассы тела. Большая ее часть в отработанном виде выделяется в виде тепла и удаляется из организма в виде мочи, экскрементов и т.д. На каждый следующий трофический уровень передается лишь накопленная биомасса, при поедании одних другими, т.е. не более 10 % потребленной энергии (рис.24) – **правило 10 %** или **правило Линдемана**.



Рис.24. Круговорот веществ и поток энергии в экосистеме

#### 4.3. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЭКОСИСТЕМ.

##### Первичная и вторичная продукция.

Скорость, с которой продуценты экосистемы фиксируют солнечную энергию в химических связях синтезируемого органического вещества, определяет **продуктивность сообществ**. Органическую массу, создаваемую растениями за единицу времени, называют **первичной продукцией** сообщества. Продукцию выражают количественно в сырой или сухой массе растений либо в энергетических единицах – эквивалентном числе джоулей.

**Валовая первичная продукция** – количество вещества, создаваемого растениями за единицу времени при данной скорости фотосинтеза. Часть этой продукции идет на поддержание жизнедеятельности самих растений (траты на дыхание).

$$\text{ВПП} = \text{ТД} + \text{ЧПП}$$

Оставшаяся часть созданной органической массы (за вычетом трат на дыхание) характеризует **чистую первичную продукцию**, которая представляет собой величину прироста растений:

$$\text{ЧПП} = \text{ВПП} - \text{ТД}$$

Чистая первичная продукция – это энергетический резерв для консументов и редуцентов. Перерабатываясь в цепях питания, она идет на пополнение массы гетеротрофных организмов.



Прирост биомассы консументов за единицу времени – это **вторичная продукция** сообщества:  $P = ЧПП$ ;  $ЧПП = П + ТД + Н$ ;  
**P** – рацион консумента; **П** – прирост консумента; **Н** – неусвоенная часть пищи; **ТД** – траты на дыхание

#### 4.4. ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ.

Все многообразные изменения, происходящие в любом сообществе, можно отнести к двум основным типам: циклические и поступательные.

##### Циклические изменения

Циклические изменения сообществ отражают суточную, сезонную и многолетнюю периодичность внешних условий и проявления эндогенных ритмов организмов (рис.25).



Рис.25. Циклическая динамика экосистем

**Суточные преобразования** в биоценозах обычно выражены тем сильнее, чем значительнее разница температур, влажности и других факторов среды днем и ночью.

**Сезонная изменчивость** биоценозов выражается в изменении не только состояния и активности, но и количественного соотношения отдельных видов в зависимости от циклов их размножения, сезонных миграций, отмирания отдельных генераций в течение года и т.п. На определенное время года многие виды практически полностью выключаются из жизни сообщества, переходя в состояние глубокого покоя (оцепенения, спячки, диапаузы), переживая неблагоприятный период на стадии яиц и семян, перекочевывая или улетаая в другие биотопы или географические районы.

Сезонные ритмы сообществ наиболее отчетливо выражены в климатических зонах и областях с контрастными условиями лета и зимы. В слабой форме они, однако, прослеживаются даже в тропических дождевых лесах, где длительность дня, температура и режим влажности очень мало меняются в течение года.

**Многолетняя изменчивость** – нормальное явление в жизни любого биоценоза. Она зависит от изменения по годам метеорологических условий (климатических флуктуации) или других внешних факторов, действующих на сообщество (например, степени разлива рек). Кроме того, многолетняя периодичность может быть связана с особенностями жизненного цикла растений-эдификаторов, с повторением массовых размножений животных или патогенных для растений микроорганизмов и т.д.



Многолетние изменения в составе ценозов имеют тенденцию повторяться вслед за периодическими локальными изменениями климата, которые связаны с изменением общей циркуляции атмосферы, обусловленной, в свою очередь, усилением и ослаблением солнечной активности. Вследствие многостепенной зависимости изменения в сообществах не прямо отражают ритмику космических процессов.

### Сукцессии и дигрессии

Поступательные изменения в сообществе приводят, в конечном счете, к смене этого сообщества другим, с иным набором господствующих видов. Причиной подобных смен могут быть внешние по отношению к ценозу факторы, длительное время действующие в одном направлении, например, возрастающее в результате мелиорации иссушение болотных почв, увеличивающееся загрязнение водоемов, усиленный выпас скота, вытаптывание лесопарков населением городов и т.п. Возникающие при этом смены одного биоценоза другим называют **экзогенетическими**. Если при этом усиливающееся влияние фактора приводит к постепенному упрощению структуры сообществ, обеднению их состава, снижению продуктивности, то подобные смены называют **дигрессионными** или **дигрессиями**.

**Эндогенетические смены** возникают в результате процессов, происходящих внутри самого сообщества.

Закономерный направленный процесс изменения сообществ в результате взаимодействия живых организмов между собой и окружающей их абиотической средой называют **сукцессией**.

**Причины возникновения сукцессии.** **Сукцессия** (от лат. **successio** – преемственность, наследование) – это процесс саморазвития сообществ. В основе сукцессии лежит неполнота биологического круговорота в данном ценозе. Каждый живой организм в результате жизнедеятельности меняет вокруг себя среду, изымая из нее часть веществ и насыщая ее продуктами метаболизма. При более или менее длительном существовании популяций они меняют свое окружение в неблагоприятную сторону и в результате оказываются вытесненными популяциями других видов, для которых вызванные преобразования среды оказываются экологически выгодными. Таким образом, в сообществе происходит смена господствующих видов. Длительное существование биоценоза возможно лишь в том случае, если изменения среды, вызванные деятельностью одних организмов, точно компенсируются деятельностью других, с противоположными экологическими требованиями.

Примерами сукцессий могут быть смены видов при зарастании стоячих водоемов или барханных песков в пустыне.

Последовательный ряд постепенно и закономерно сменяющих друг друга в сукцессии сообществ называется **сукцессионной серией** (рис.26).



Рис.26. Пример первичной сукцессии – зарастание озера

Сукцессии со сменой растительности могут быть **первичными** и **вторичными**.



**Первичные сукцессии** начинаются на лишенных жизни местах – на скалах, обрывах, наносах рек, сыпучих песках и т.п. При заселении таких участков живые организмы необратимо меняют местообитание и сменяют друг друга. Основная роль принадлежит накоплению отмерших растительных остатков или продуктов разложения, что зависит как от характера растительности, так и от комплекса разрушителей мертвой растительной массы – животных, грибов и микроорганизмов. Постепенно формируется почвенный профиль, изменяется гидрологический режим участка, его микроклимат. Такие сукцессии в геоботанике называют **экогенетическими**, так как они ведут к преобразованию самого местообитания.

**Вторичные сукцессии** представляют собой восстановительные смены. Они начинаются в том случае, если в уже сложившихся сообществах частично нарушены установившиеся взаимосвязи организмов, например, удалена растительность одного или нескольких ярусов (в результате вырубki, пожара, вспашки и т.д.). Смены, ведущие к восстановлению прежнего состава ценоза, получили в геоботанике название **демутационных** (рис. 27).

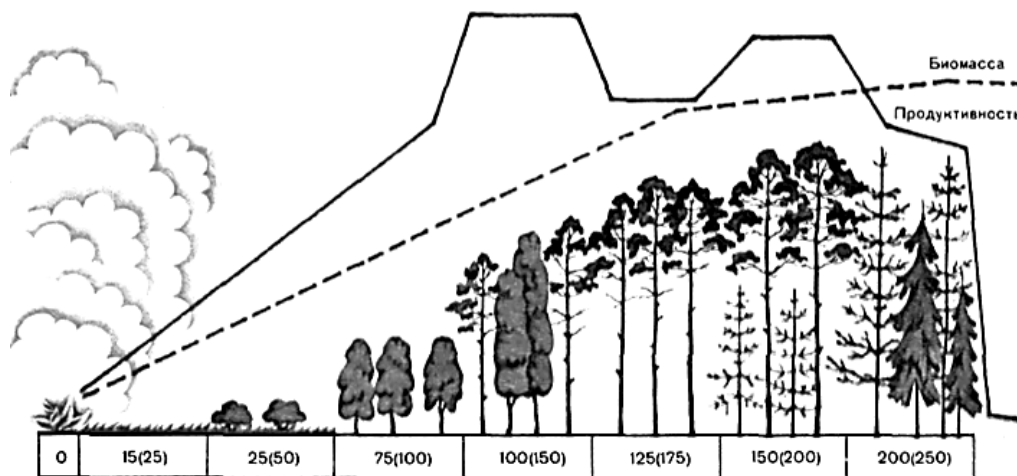


Рис.27. Пример вторичной сукцессии – восстановление лесной гари

В любой сукцессионной серии **темпы происходящих изменений постепенно замедляются**. Конечным итогом является формирование относительно устойчивой стадии – **климаксового (узлового) сообщества**, или **климакса**.

Начальные, **пионерные** группировки видов отличаются наибольшей динамичностью и неустойчивостью. **Климаксовые** же экосистемы способны к длительному самоподдерживанию в соответствующем диапазоне условий, так как приобретают такие черты организации биоценозов, которые позволяют поддерживать сбалансированный круговорот веществ.

В ходе сукцессии постепенно нарастает видовое многообразие. Это ведет к усложнению связей внутри ценоза, разветвлению цепей питания и усложнению трофической сети, умножению симбиотических отношений, усилению регуляторных возможностей внутри системы. Тем самым уменьшается вероятность слишком сильного размножения отдельных видов и снижается степень доминирования наиболее массовых форм.

Не меньшие преобразования происходят и в **энергетическом балансе** системы. С энергетических позиций сукцессия – такое неустойчивое состояние сообщества, которое характеризуется неравенством двух показателей: общей **продуктивности** и **энергетических трат** всей системы на поддержание обмена веществ.

В ходе сукцессии общая биомасса сообщества сначала возрастает, но затем темпы этого прироста снижаются, и на стадии климакса биомасса системы стабилизируется. Это происходит потому, что на первых этапах сукцессии, когда видовой состав сообществ еще беден и пищевые цепи коротки, не вся часть



прироста растительной массы потребляется гетеротрофами. Таким образом, относительно высока **чистая продукция сообщества**, которая идет на увеличение его биомассы. Накапливаются как общая масса живых организмов, так и запасы мертвого, неразложившегося органического вещества. В зрелых, устойчивых экосистемах практически весь годовой прирост растительности поступает и расходуется в цепях питания гетеротрофами, поэтому **чистая продукция биоценоза**, его «урожай», приближается к нулю.

**P** – продукция

**R** – редукция, потребление

**P > R** – пионерные сообщества

**P = R** – климаксовые сообщества

**P < R** – деградирующие сообщества

#### 4.5. ТИПЫ ЭКОСИСТЕМ, БИОГЕОЦЕНОЗОВ. БИОМЫ.

Типы экосистем (рис.28) и биогеоценозов (рис.29)

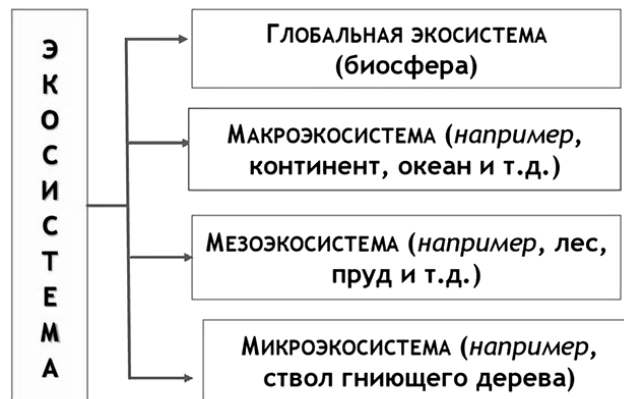


Рис.28. Классификация экосистем

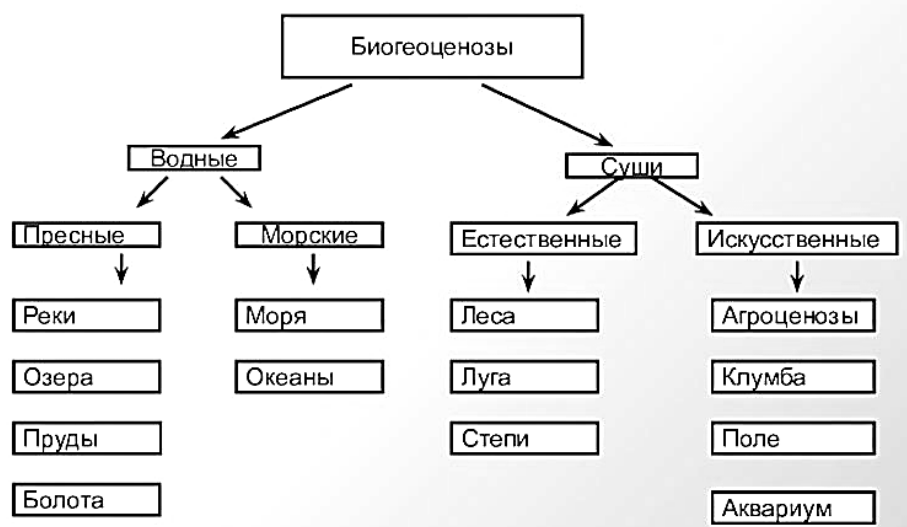


Рис.29. Классификация биогеоценозов

Совокупность наземных экосистем, которые существуют в однородных ландшафтно-климатических условиях, называется **бионом**. Биомы имеются только на суше. Они, как правило, совпадают с геоботаническим разделением земной поверхности.



## Биомы

### Тундра

Субарктическая тундра, или подзона кустарниковых тундр

Высокоарктическая тундра

Лесотундра

### Леса

Леса умеренного пояса

Хвойные леса

Мелколиственные леса

Смешанные хвойно-широко-лиственные насаждения

Широколиственные летнезеленые леса

Вечнозеленые субтропические жестколистные леса и кустарники

Вечнозеленые дождевые леса умеренного климата

Тропические редколесья, колючие кустарники и листопадные сезонно-влажные леса

Листопадные сезонно-влажные леса

Влажные тропические и экваториальные леса

Мангровые леса, или мангры

### Степи

Лесостепи

Саванны

Прерии

Пампы (пампасы)

Туссоки

### Пустыни

Полупустыни

Пустыни умеренного пояса

Пустыни субтропические

Пустыни тропические

## 4.6. АГРОЭКОСИСТЕМЫ

**Агроэкосистемы** (сельскохозяйственные экосистемы), создаваемые человеком для получения высокой чистой продукции автотрофов (урожая), отличаются от природных рядом особенностей:

1. В них резко снижено разнообразие организмов. На полях обычно культивируют один или немного видов растений, в связи с чем резко обедняется и животное население, и состав микроорганизмов в биоценозе. Выпас животных также сильно упрощает видовую структуру пастбищных сообществ. Культурные пастбища с подсевом трав приближаются по этому показателю к полям сельскохозяйственных растений. Видовое разнообразие разводимых человеком животных ничтожно мало по сравнению с природным.

2. Виды, культивируемые человеком, поддерживаются искусственным отбором в состоянии, далеком от первоначального, и не могут выдерживать борьбу за существование с дикими видами без поддержки человека.

3. Агроэкосистемы получают дополнительный поток энергии, кроме солнечной, благодаря деятельности людей, животных и механизмов, обеспечивающих необходимые условия роста культивируемых видов. Чистая первичная продукция (урожай) удаляется из экосистемы и не поступает в цепи питания. Частичное использование ее вредителями представляет нежелательное явление и всячески пресекается деятельностью человека.

**Агроценозы** — это сообщества, приспособленные к жесткому прессу агротехнических режимов, с широким размахом колебательных циклов в жизни популяций, с четко отобранном кругом доминантов (рис.30).



- Агроценоз – это искусственный биогеоценоз, созданный человеком.



- **Примеры агроценозов:**

- Поле
- Огород
- Сад
- Парк
- Пруд

В искусственных биогеоценозах присутствуют все трофические уровни, Связанные круговоротом веществ. Но они имеют ряд особенностей.



Рис.30. Примеры агроценозов

Условия, которым в идеале должны соответствовать поля сельскохозяйственных культур, – быть высокопродуктивными и вместе с тем стабильными – с экологической точки зрения несовместимы. В природных экосистемах первичная продукция растений потребляется в многочисленных цепях питания и вновь возвращается в виде минеральных солей и углекислого газа в систему биологического круговорота. Ограждая урожай от его природных потребителей, отчуждая его и заменяя естественный опад органическими и минеральными удобрениями, мы обрываем множество цепей питания и дисбалансируем сообщество. По существу, все усилия по созданию высокой чистой



продукции отдельных культур в пользу человека есть борьба «против природы», которая требует большой затраты труда и материальных средств.

Сельскохозяйственное освоение территорий часто приводит к разрушению созданных природой механизмов регуляции численности отдельных видов и резким изменениям в уровне их обилия. В агроценозах чаще всего происходят **«экологические взрывы»**, как назвал Ч. Элтон чрезмерное увеличение численности отдельных видов. Последствия этих **«взрывов»** могут быть весьма существенными для сельского и лесного хозяйства.

Подавление численности вредителей химическими средствами, кроме загрязнения среды и включения ядов в цепи питания, часто вызывает так называемый **«бумеранг-эффект»**: вслед за подавлением численности вредителя вскоре возникает новая, еще более мощная его вспышка. Обычно применение ядохимикатов тотального действия сильнее влияет на естественных врагов вредителя, чем на его собственные популяции. В результате следующие поколения полностью освобождаются из-под пресса паразитов и хищников и осуществляется их массовое размножение.

В трехзвенной цепи: **культурное растение – вредитель – паразит** повышение чистой продукции растений может быть достигнуто как подавлением второго звена, так и усилением третьего. Именно этот подход используется в разработке биологических методов борьбы с вредителями.

## **V. БИОСФЕРА.**

### **5.1. ПОНЯТИЕ О БИОСФЕРЕ.**

Идея о влиянии жизни на природные процессы на огромных пространствах Земли была впервые научно обоснована на рубеже XIX и XX столетий в трудах **Василия Васильевича Докучаева**, который указал на зависимость типа почвообразования не только от климата, но и от совокупного влияния растительности и животных. Термин «биосфера» использовал в 1875 г. австрийский геолог **Эдуард Зюсс** для обозначения оболочки Земли, населенной живыми организмами.

В 20-х годах прошедшего века в трудах **Владимира Ивановича Вернадского** было разработано представление о биосфере как глобальной единой системе Земли, где весь основной ход геохимических и энергетических превращений определяется жизнью. В.И. Вернадский впервые создал учение о **геологической роли живых организмов**, показав, что деятельность живых существ является главным фактором преобразования земной коры.

**Биосферой** В.И. Вернадский назвал ту область нашей планеты, в которой существует или когда-либо существовала жизнь и которая постоянно подвергается или подвергалась воздействию живых организмов. Живые существа обладают высоким потенциалом размножения, активно взаимодействуют со средой обитания и, в конечном счете, представляют в своей совокупности особый, глобальных масштабов фактор, преобразующий верхние оболочки Земли. Значение организмов обусловлено их большим разнообразием, повсеместным распространением, длительностью существования в истории Земли, избирательным характером биохимической деятельности и исключительно высокой химической активностью по сравнению с другими компонентами природы.

Всю совокупность организмов на планете В.И. Вернадский назвал **живым веществом** (рис.31), рассматривая в качестве его основных характеристик суммарную массу, химический состав и энергию.



**Живое вещество** – совокупность живых организмов Земли

- Насчитывают до 30 млн. видов, но достоверно *описано* ~1,8 млн. видов
- ~ 74% обитает в областях *тропического климата*, на долю *умеренного климата* приходится 24%, *полярного* – 2%



Рис.31. Живое вещество биосферы

**Косное вещество**, по В.И. Вернадскому, – это совокупность тех веществ в биосфере, в образовании которых живые организмы не участвуют (рис.32).

**Косное вещество** – горные породы и минералы, никак не связанные с деятельностью живых организмов

*Газы, твердые частицы, водяные пары, выбрасываемые вулканами, гейзерами*



Рис.32. Косное вещество биосферы

**Биогенное вещество** создается и перерабатывается жизнью, совокупностями живых организмов. Это источник чрезвычайно мощной потенциальной энергии (каменный уголь, битумы, известняки, нефть) (рис.33). После образования биогенного вещества живые организмы в нем малодеятельны.



Рис.33. Биогенное вещество биосферы

Особой категорией является **биокосное вещество**. В.И. Вернадский писал, что оно «создается в биосфере одновременно живыми организмами и косными процессами, представляя системы динамического равновесия тех и других». Биокосное вещество планеты – это почвы, кора выветривания, все природные воды, свойства которых зависят от деятельности на Земле живого вещества.



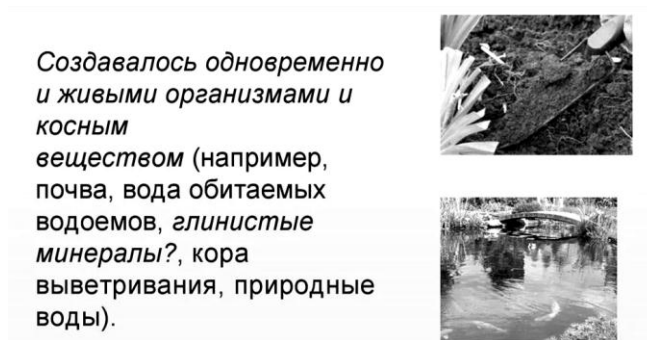


Рис.34. Биокосное вещество биосферы

**Биосфера**, таким образом, – это та область Земли, которая охвачена влиянием живого вещества (рис.35). С современных позиций биосферу рассматривают как наиболее крупную экосистему планеты, поддерживающую глобальный круговорот веществ.



Рис.35. Структура биосферы

## 5.2. ПРЕДЕЛЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЖИЗНИ В БИОСФЕРЕ.

Современная жизнь распространена в верхней части земной коры (литосфере), в нижних слоях воздушной оболочки Земли (атмосферы) и в водной оболочке Земли (гидросфере) (рис.36).





Рис.36. Пределы жизни в биосфере

На суше, несущей 99,7% биомассы, около 99% приходится на слой почвы до 1 м. «Зеленый покров» поднимается над поверхностью земли максимум на 30-40 м.

Вглубь Земли живые организмы проникают на небольшое расстояние. До глубины 2-3 м в почвах плотность жизни велика, до 15 м (уровень проникновения солнечного тепла) она разрежена. В литосфере жизнь ограничивает температура горных пород и подземных вод, которая постепенно возрастает с глубиной и на уровне 1,5-15 км уже превышает 100°C. В нефтяных месторождениях на глубине 2-2,5 км бактерии регистрируются в значительном количестве. На глубине 4,5 км обнаружены очаги бактерий, «разъедающие» скопления нефти. Существование археобактерий выявлено на глубине до 12 км, где давление достигает  $1 \cdot 10^3$  кг/см<sup>3</sup>, а температура – 2000°C. Предполагается, что хемосинтетические бактерии – прямые потомки прабактерий, положивших начало жизни.

Однако, по В.И. Вернадскому, нижнюю границу биосферы следует проводить еще глубже. Постепенно накапливающиеся в океане гигантские толщи **осадочных пород**, происхождение которых связано с деятельностью живых существ, – это тоже части биосферы. В соответствии с динамическими процессами в земной коре осадочные породы постепенно вовлекаются в глубь ее, метаморфизуясь под действием высоких температуры и давления. Метаморфические породы земной коры, происходящие из осадочных, в конечном счете, также производные жизни.

В океане жизнь распространена на всех глубинах и встречается даже на дне океанических впадин в 10-11,5 км от поверхности, где температура составляет около 0°C, а давление в 1100 раз выше поверхностного. В океане более 40% биомассы сконцентрировано в слое 0-100 м, и еще более 25% – 100-200 м.

В кипящих гейзерах обнаружены бактерии, существующие в пределах 850-1050°C. На океанических глубинах, в районах «черных курильщиков», обитают сообщества, существующие за счет хемосинтеза бактерий и состоящие из моллюсков, ракообразных, полихет, погонофор. Здесь температура воды достигает 3000°C и насыщена серной кислотой.

Верхняя граница жизни в атмосфере определяется нарастанием с высотой ультрафиолетовой радиации. На высоте 25-27 км большую часть ультрафиолетового излучения Солнца поглощает находящийся здесь тонкий слой озона – озоновый экран. Все живое, поднимающееся выше защитного слоя озона, погибает. Атмосфера же над поверхностью Земли насыщена многообразными живыми организмами, передвигающимися в воздухе активным или пассивным способом. Споры бактерий и грибов обнаруживают до высоты 20-22 км, где давление воздуха в 4 раза ниже, а температура составляет – 600°C. Основная часть аэропланктона сосредоточена в слое до 1-1,5 км. В горах граница распространения для большинства видов составляет около



6 км над уровнем моря. В вечных снегах, на высоте 7-8 км с периодической активностью существуют холодостойкие зеленые, диатомовые и сине-зеленые водоросли (ок. 100 видов). С ними сожительствуют аэробные бактерии и питающиеся ими и пылью, занесенной с низин, низшие насекомые.

Т.о. биосфера распластана по поверхностям разделов: **аэриобиосфера – гидросфера – 33 км, аэриобиосфера – литосфера – 34 км**, и сконцентрирована в основном, соответственно, в **фотосфере (200 м)** и **террафитосфере (40 м)** (рис.37).



Рис.37. Пределы существования жизни в биосфере

В.И. Вернадский указывал, что только в **почвенной и планктонной пленках сгущения жизни** осуществляется фотосинтез, давая жизнь всем существам на Земле.

### 5.3. ФУНКЦИИ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА.

#### Геохимическая работа живого вещества

Более 99% энергии, поступающей на поверхность Земли, составляет излучение Солнца. Эта энергия растрачивается в громадном большинстве физических и химических процессов в гидросфере, атмосфере и литосфере: перемешивании воздушных и водных масс, выветривании, испарении, перераспределении веществ, растворении минералов, поглощении и выделении газов и т.п.

На Земле существует один-единственный процесс, при котором энергия солнечного излучения не только тратится и перераспределяется, но и связывается, запасается на очень длительное время. Этот процесс – создание органического вещества в ходе **фотосинтеза**. Основная планетарная функция живого вещества на Земле заключается, таким образом, в **связывании и запасании солнечной энергии**, которая затем идет на поддержание множества других геохимических процессов в биосфере.

За время существования жизни на Земле живое вещество превратило в химическую работу огромное количество солнечной энергии. Значительная часть ее в ходе геологической истории накопилась в связанном виде. Для современной биосферы характерны залежи угля и других органических веществ, образовавшихся в палеозое, мезозое и кайнозое. Сжигая в топках каменный уголь, мы освобождаем и используем солнечную энергию, запасенную растительностью сотни миллионов лет назад.

В биосфере в результате жизнедеятельности микроорганизмов в больших масштабах осуществляются такие химические процессы, как **окисление и восстановление элементов** с переменной валентностью (азот, сера, железо, марганец и др.). Геологические результаты деятельности этих организмов проявляются в



образовании осадочных месторождений серы, образовании в анаэробных условиях залежей сульфидов металлов, а в аэробных – **окисление их и перевод в растворимое состояние, возникновение железных и железомарганцевых руд.**

За счет жизнедеятельности огромного числа гетеротрофов, в основном грибов, животных и микроорганизмов, происходит гигантская, в масштабах всей Земли, работа по **разложению органических остатков.**

При деструкции органической массы протекают два параллельных процесса: **минерализации** и образования **почвенного гумуса** со значительным запасом энергии. **Гумус** – это основа почвенного плодородия. Его разложение протекает в дальнейшем очень медленно, под влиянием определенной, автохтонной микрофлоры почв, чем достигается постоянство в обеспечении растений элементами минерального питания.

Природные воды, обогащенные продуктами минерализации, становятся химически высокоактивными и разрушают горные породы.

Живые организмы создали и поддерживают **газовый состав современной атмосферы.** Кислород атмосферы накоплен за счет фотосинтеза. Единственный источник абиогенного поступления свободного кислорода – **фотодиссоциация** молекул воды в верхних слоях атмосферы – очень незначителен. Выделенный растениями кислород вновь используется на окисление углерода при минерализации органического вещества и дыхании организмов, но так как часть органических веществ захоранивается в осадочных породах, то эквивалентное количество  $O_2$  остается в атмосфере. Значительная часть его идет на окисление минеральных веществ. Весь наличный запас свободного кислорода в атмосфере оценивается в  $1,6 \cdot 10^{15}$  т; зеленые растения могут воссоздать его за 10 тыс. лет. В верхних слоях тропосферы под влиянием ультрафиолетового излучения из кислорода образуется **озон.** Существование озонового экрана также результат деятельности живого вещества, которое, по выражению В.И. Вернадского, **«как бы само создает себе область жизни».**

**Углекислый газ** поступает в атмосферу за счет дыхания всех организмов. Второй, менее мощный его источник – выделение по трещинам земной коры из осадочных пород за счет химических процессов, совершающихся под действием высоких температур. Он также имеет биогенное происхождение. Часть углекислого газа поступает в атмосферу из абиогенного источника – непосредственно из мантии Земли при вулканических извержениях. Эта часть лишь 0,01% от  $CO_2$ , выделенного живыми организмами. Расходуется углекислый газ в процессах органического синтеза, а также на выветривание горных пород и образование **карбонатов.**

**Азот** атмосферы химически инертен, но и он участвует в процессах синтеза и распада органического вещества. Азот усваивают из атмосферы многие прокариотические организмы – **азотфиксаторы.** После гибели бактерий азот переходит в доступные растениям соединения и включается в цепи питания и разложения.

К газам органического происхождения относятся также **сероводород, метан** и множество других летучих соединений, создаваемых живым веществом. За один день, например, 1 га можжевельного леса может выделить в атмосферу до 30 кг летучих веществ – **фитонцидов.** Продуцируя и потребляя газообразные вещества, организмы биосферы поддерживают постоянство состава воздушной оболочки Земли.

Живое вещество **перераспределяет атомы в биосфере.** Многие организмы обладают способностью накапливать, концентрировать в себе определенные элементы, несмотря на часто ничтожное содержание их в окружающей среде.

**Микроорганизмы-восстановители** гетеротрофны – **денитрофицирующие и сульфатредуцирующие бактерии** восстанавливают из окисленных форм N до элементарного состояния и S до  $H_2S$ . **Микроорганизмы-окислители (авто- и гетеротрофы)** – окисляющие S и  $H_2S$ , нитри- и нитрофицирующие, Fe- и Mn-фицирующие бактерии и коцентрирующие их в своих клетках. Их деятельность приводит к образованию в аэробных условиях – осадочных месторождений S, железистых и железомарганцевых руд, в анаэробных условиях – залежей сульфидов металлов.



Литотамниевые водоросли накапливают в своих телах до 10% **магния**, в раковинах брахиопод содержится около 20% **фосфора**, в серных бактериях – до 10% **серы**. Многие организмы концентрируют алюминий, иод и т.д. Отмирая и захораниваясь в массе, они образуют скопления этих веществ. Возникают залежи таких соединений, как известняки, бокситы, фосфориты, осадочная железная руда и др. Многие из них человек использует как полезные ископаемые. Т.о., живое вещество способствует **процессу минерализации** органического вещества.

Живое вещество активно участвует также в грандиозных процессах перемещения, миграции атомов в биосфере через систему больших и малых круговоротов.

### Функции живого вещества

Живое вещество трансформирует энергию солнца в 3-хфазной среде (твердой, жидкой, газовой), играя роль мощной геохимической силы на Земле.

Основными функциями живого вещества являются:

1. **Энергетическая** – фиксация энергии солнца в процессе фотосинтеза продуцентами (до  $10^{19}$  каллорий) и передача ее по цепям питания консументам (рис.38).

#### Функции живого вещества:

##### 1. Энергетическая функция

Поглощение солнечной энергии при фотосинтезе и химической энергии при разложении энергонасыщенных веществ, передача энергии по пищевым цепям.

В результате осуществляется связь биосферно-планетарных явлений с космическим излучением, в основном с солнечной радиацией.

За счет накопленной солнечной энергии протекают все жизненные явления на Земле. Недаром Вернадский назвал зеленые хлорофилльные организмы главным механизмом биосферы.

Поглощенная энергия распределяется внутри экосистемы между живыми организмами в виде пищи. Частично энергия рассеивается в виде тепла, а частично накапливается в отмершем органическом веществе и переходит в ископаемое состояние. Так образовались залежи торфа, каменного угля, нефти и других горючих полезных ископаемых.



Рис.38. Энергетическая функция живого вещества



2. **Деструктивная** – разложение, минерализация редуцентами мертвого органического вещества, выветривание минералов горных пород и вовлечение их в биологический круговорот (рис.39).

Редуценты, обитающие в лесной подстилке и почве, разрушают органические остатки, включая отмершие корни растений, а также горные породы

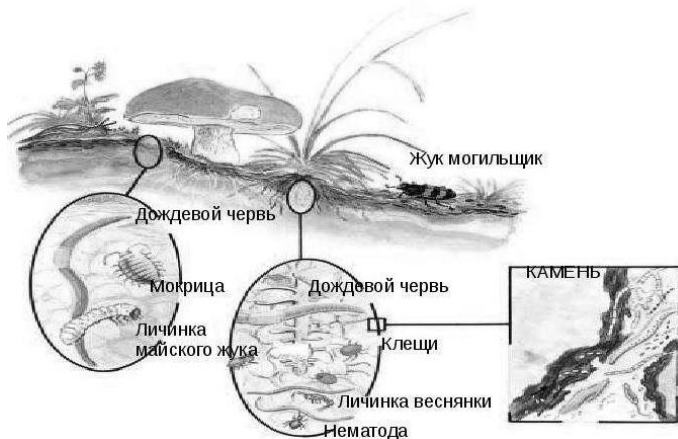


Рис.39. Деструктивная функция живого вещества

3. **Концентрационная** – избирательное накопление атомов веществ, рассеянных в природе (рис.40). Эта функция присуща всем организмам, особенно микроорганизмам. Существуют **кальциевые организмы** (моллюски, мшанки, кораллы, губки, иглокожие, известковые водоросли, позвоночные и т.д.), использующие соединения Са для построения покровов или скелета; **кремневые организмы** (губки, радиолярии) и др. Морские организмы способны накапливать тяжелые металлы, радиоактивные элементы, микроэлементы. Асцидии, например, накапливают ванадий.





Рис.40. Концентрационная функция живого вещества

4. **Газовая** – миграция газов и их трансформация, обеспечивающая газовый состав атмосферы: выделение  $O_2$  растениями, и поглощение ими  $CO_2$  и других газов, произведенных всеми организмами, и, наоборот (рис.41). Азот, сероводород, метан и др. газы также имеют также биогенное происхождение.

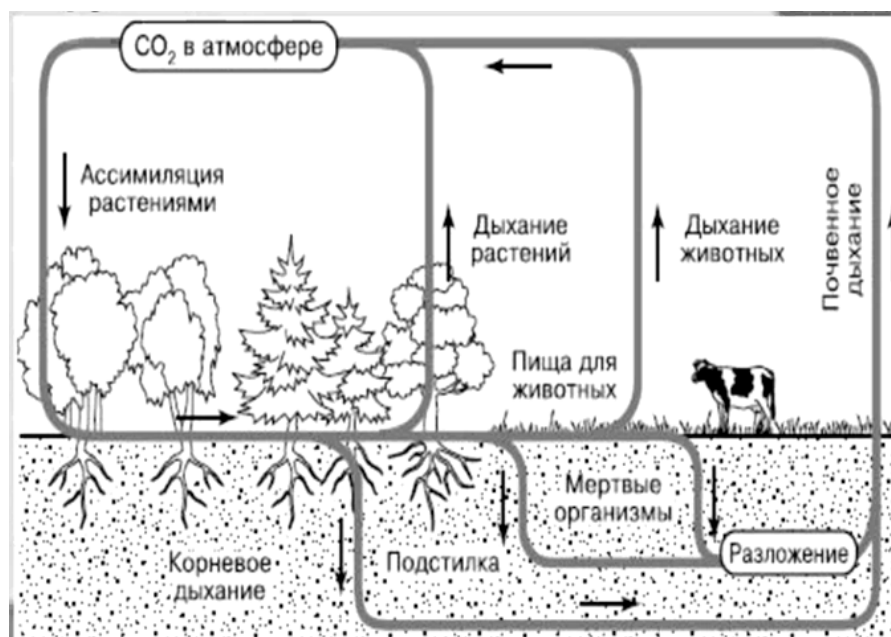


Рис.41. Газовая функция живого вещества



5. **Окислительно-восстановительная** – химическое превращение веществ, содержащих атомы с переменной степенью окисления (рис.42). Древняя восстановленная атмосфера Земли стала окисленной в результате фотосинтеза, современные минералы представлены в окисленной форме. В современной биосфере преобладают процессы окисления и восстановления веществ.



Рис.42. Окислительно-восстановительная функция бактерий

## VI. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ.

### 6.1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ.

**Природопользование** – совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению.

Природопользование включает:

- извлечение и переработку природных ресурсов, их возобновление или воспроизводство;
- использование и охрану природных условий среды жизни;
- сохранение, воспроизводство и рациональное изменение экологического баланса природных систем, что служит основой сохранения природно-ресурсного потенциала развития общества.

**Цель** – изучение основных закономерностей рационального взаимодействия общества и природы.

**Задачи:**

- ☐ объективная оценка состояния природных ресурсов (проводимая по следующим параметрам: количество, качество, степень загрязнения);
- ☐ детальное изучение количественными методами основ структуры и функционирования природных и созданных человеком систем;
- ☐ оптимизация взаимоотношений между человеком, с одной стороны, и отдельными видами, популяциями и экосистемами – с другой.

Природопользование включает:

- извлечение и переработку природных ресурсов, их возобновление или воспроизводство;
- использование и охрану природных условий среды жизни;
- сохранение, воспроизводство и рациональное изменение экологического баланса природных систем, что служит основой сохранения природно-ресурсного потенциала развития общества.

В понятие природопользование также включается:

- совокупность производительных сил, производственных отношений и соответствующих организационно-экономических форм и учреждений, связанных с



первичным присвоением, использованием и воспроизводством человеком объектов окружающей среды для удовлетворения его потребностей;

- использование природных ресурсов в процессе общественного производства для целей удовлетворения материальных и культурных потребностей общества;
- совокупность воздействий человека на географическую оболочку Земли.

## 6.2. ВИДЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.

Природопользование бывает **нерациональное и рациональное**.

**Нерациональное природопользование** – система деятельности, не обеспечивающая сохранение природно-ресурсного потенциала. Например, вырубка лесов, несанкционированный отлов рыбы, браконьерское уничтожение представителей флоры и фауны.

**Рациональное природопользование** – система деятельности, призванная обеспечить экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий, наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей.

Рациональное природопользование – **высокоэффективное хозяйствование**, не приводящее к резким изменениям природно-ресурсного потенциала, к которым социально-экономически не готово человечество, и не ведущее к глубоким переменам в окружающей человека природной среде, наносящим урон его здоровью или угрожающим самой его жизни.

По мнению академика И.Н. Моисеева, человек познал законы, позволяющие создать современные машины, но пока он не научился понимать, что существуют и другие законы, которые он, возможно, еще и не знает, что в его взаимоотношениях с природой «существует запретная черта, которую человек не имеет права переступить ни при каких обстоятельствах... существует система запретов, нарушая которые он разрушает свое будущее».

## 6.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.

В основу классификации положено три признака: по источникам происхождения, по использованию в производстве и по степени истощаемости ресурсов (Протасов, 1985) (рис.43).

**По источникам происхождения** ресурсы подразделяются на биологические, минеральные и энергетические.

**Биологические ресурсы** – это все живые средообразующие компоненты биосферы: продуценты, консументы и редуценты. Они являются источниками получения людьми материальных и духовных благ. К ним относятся промысловые объекты, культурные растения, домашние животные, живописные ландшафты, микроорганизмы, т.е. – растительные ресурсы, ресурсы животного мира и др.

**Минеральные ресурсы** – это все пригодные для употребления вещественные составляющие литосферы, используемые в хозяйстве как минеральное сырье или источники энергии. Минеральное сырье может быть рудным, если из него извлекаются металлы, и нерудным, если извлекаются неметаллические компоненты (фосфор и т.д.) или используются как строительные материалы.

Если же минеральные богатства используются как топливо (уголь, нефть, газ, горючие сланцы, торф, древесина, атомная энергия) и одновременно как источник энергии в двигателях для получения пара и электричества, то их называют топливно-энергетическими ресурсами.

**Энергетическими ресурсами** называют совокупность энергии Солнца и Космоса, атомно-энергетических, топливно-энергетических, термальных и других источников энергии.



**Ресурсообеспеченность** – это соотношение между величиной природных ресурсов и размерами их использования. Она выражается либо количеством лет, на которое должно хватить данного ресурса, либо его запасами из расчета на душу вселения. На показатели ресурсообеспеченности влияют, прежде всего, богатство или бедность территории природными ресурсами. Но не меньшее значение имеют и масштабы их потребления (например, добыча полезных ископаемых), поэтому само понятие «ресурсообеспеченность» является социально-экономическим.

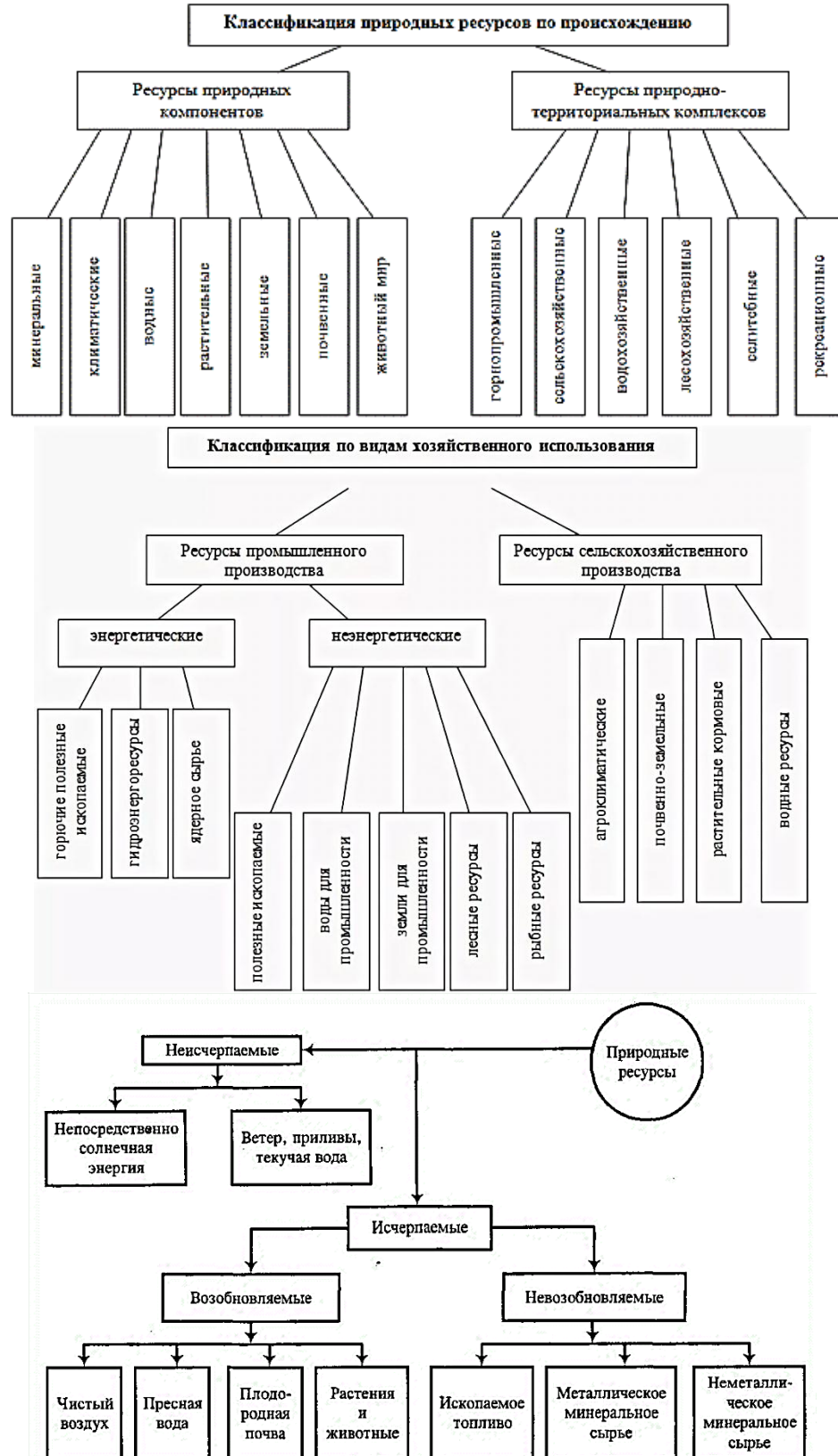


Рис.43. Классификация природных ресурсов



#### 6.4. НЕЗАМКНУТОСТЬ РЕСУРСНОГО ЦИКЛА.

**Ресурсный цикл**, называемый **антропогенным круговоротом вещества**, фактически не замкнут. На каждом этапе цикла неизбежны потери, являющиеся следствием особенностей технологии или объективных и субъективных причин.

На всех этапах ресурсного цикла в окружающей среде рассеивается около 98 % добываемого минерального сырья. В результате коррозии и износа, а также утраты их надобности предметы массового потребления оказываются в окружающей среде, тем самым загрязняя ее. Отходы переработки, попадая в воду, почву, атмосферу, становятся более опасными для здоровья человека и вызывают **вторичное загрязнение**.

Главной объективной причиной загрязнения природной среды является незамкнутость ресурсного цикла. Планирование и прогнозирование использования природных ресурсов является важным в деле рационального использования природных ресурсов.

#### 6.5. ПОНЯТИЕ О ЗАГРЯЗНЕНИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА.

**Загрязнением** окружающей среды называется поступление или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, биологических и информационных агентов, приводящих к отрицательным последствиям – **эмиссий**.

Загрязнение окружающей среды может возникнуть как в результате воздействия природных, естественных факторов, так и в результате хозяйственной деятельности человека.

**Естественные загрязнения** возникают в результате природных катастроф: извержений вулканов, землетрясений, селевых потоков, бурь, ураганов – без вмешательства человека.

Примерами **антропогенного загрязнения** являются аварии и катастрофы на промышленных объектах с выбросом радиоактивных, химических и биологических веществ. Однако не менее значительными и опасными являются загрязнения, связанные с обычной хозяйственной деятельностью, работой предприятий, транспорта, строительством портов, урбанизацией территорий и т.д.

В зависимости от их свойств и влияния на окружающую среду загрязнения делят на следующие группы: **физические, химические, физико-химические и биологические**.

Таким образом, **загрязнения** – это тела, вещества, явления, процессы, которые в неестественном для природы количестве и качестве появляются в окружающей среде и могут выводить ее системы из состояния равновесия.

**Физическими загрязнениями** называют загрязнения, возникающие с изменением физических параметров среды: тепловых, световых, электромагнитных, акустических, радиационных и др.

Примером может служить **тепловое загрязнение**, которое является результатом повышения температуры среды в связи с промышленными выбросами теплой воды, потоков нагретого воздуха, дымов, газов. Тепловое воздействие может быть вторичным как результат изменения химического состава среды (парниковый эффект), который возникает в результате антропогенного загрязнения воздуха углекислым газом, метаном, фторхлоруглеродами, которые пропускают солнечные лучи, но задерживают тепловое излучение поверхности Земли, тем самым вызывая повышение температуры атмосферы.

Развитие промышленности приводит к **акустическому загрязнению** среды в виде повышения естественного уровня шума и отклонения от нормального состояния звуковых характеристик (силы звука, периодичности). Практически любые звуки, возникающие не из природных источников и к которым живые организмы не адаптированы в течение эволюции, рассматриваются как **антропогенное шумовое загрязнение**. Шум как беспорядочное сочетание звуков различной частоты и силы отрицательно воздействует на любые живые организмы, но в наибольшей степени на человека, вызывая



повышенную утомляемость, снижение умственной активности, производительности труда, вызывает соматические и психические заболевания.

Различают **радиационное и радиоактивное загрязнения** окружающей среды. **Радиационное** возникает в результате действия ионизирующей радиации (излучения), а **радиоактивное** – в результате превышения уровня естественного содержания радиоактивных веществ в окружающей среде. Радиационное и радиоактивное загрязнения вызывают превышение радиационного фона Земли, к которому все живые организмы адаптированы в ходе эволюции.

Превышение нормативов может вызвать серьезные изменения в окружающей среде и в организме человека. Мутагенный эффект, вызываемый радиацией, является наиболее опасным последствием этого вида загрязнения. Мутации передаются в поколениях и могут вызывать стойкие изменения в биосфере.

В эпоху научно-технического прогресса появляются новые виды загрязнений, в частности **электромагнитное**. Этот вид загрязнения, возникающий в результате действия линий передач, радио, телевидения, средств коммуникаций, работы промышленных установок, вызывает изменения клеточных мембран и действует на молекулярном уровне, вызывая изменения деятельности живых организмов в целом.

**Химическое загрязнение** проявляется в изменении химических свойств среды, когда содержание какого-то химического элемента или вещества превышает средние многолетние колебания.

Химическое загрязнение может носить двоякий характер.

**Во-первых**, это антропогенное изменение природных циклов имеющих в природе веществ и сдвиг их биогеохимических циклов и концентраций. Пример: выброс огромных количеств окислов углерода, серы и азота при сжигании ископаемого топлива.

**Во-вторых**, это распространение в природных средах синтетических веществ, в том числе особо ядовитых, в принципе в природе не существующих (**ксенобиотики**). Примеры: утечки диоксинов и использование ядохимикатов в сельском хозяйстве. Подобные вещества особо опасны тем, что в экосистемах могут отсутствовать механизмы их разложения или консервации, а живые организмы не обладают способностью к их уничтожению при попадании во внутренние органы.

Особенно опасны выбросы промышленных предприятий, содержащие двуокись серы и продукты ее превращений, окислы азота и продукты их превращений, что ведет к выпадению **кислотных дождей**; значительных размеров достигают выбросы в окружающую среду серы, **тяжелых металлов**, особенно ртути; летучей золы с частицами недогоревшего топлива, оксидов азота, фтористых соединений, продуктов неполного сгорания топлива.

По экспертным оценкам преобладающее влияние на химическое загрязнение окружающей среды оказывает автотранспорт, самыми опасными среди выбросов которого являются соединения свинца, в частности тетраэтилсвинец, угарный газ, углеводороды.

Среди более чем 7000 химических соединений, загрязняющих окружающую среду в результате деятельности человека, различают по действию на организм общетоксические и специфические (аллергенные, канцерогенные, мутагенные, эмбрио- и гонадотоксические и др.) вещества.

Среди них выделяют как наиболее опасные семь групп веществ: двуокись азота в воздухе, бензол в воздухе, пестициды в воде, нитраты в воде, диоксины в пищевых продуктах и в почве, полихлорированные дифенины в пищевых продуктах, соляная кислота в почве.

**Биологическое загрязнение** окружающей среды подразделяется на биотическое (биогенное) и микробиологическое (микробное).

К **биотическому загрязнению** относят распространение в окружающей среде биогенных веществ – выделений сельскохозяйственных животных с ферм и индивидуальных хозяйств, выбросов предприятий, производящих определенные виды



продовольствия (мясокомбинатов, молокозаводов, пивзаводов), предприятий, производящих антибиотики, а также загрязнение трупами животных. Биотическое загрязнение может привести и зачастую приводит к нарушению процессов самоочищения воды и почвы, вторгаясь в естественный круговорот веществ.

**Микробное загрязнение** возникает вследствие массового размножения микроорганизмов в антропогенных субстратах или в средах, измененных в ходе хозяйственной деятельности человека. В результате изменения субстратов ранее безвредные микроорганизмы могут приобретать патогенные свойства или способность подавлять другие микроорганизмы в сообществах.

Кроме того, все загрязнения в зависимости от масштабов можно разделить на глобальные, региональные и локальные.

**Глобальные загрязнения** называют также **фоново-биосферными**. Они обнаруживаются в любой точке планеты, зачастую на значительном расстоянии от источников. Чаще всего эти загрязнения являются антропогенными и связаны с глобальным влиянием человечества как экологического фактора.

**Региональное загрязнение** – это такое привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, биологических и информационных агентов или превышение естественного среднесуточного уровня концентраций перечисленных агентов в среде, обнаруживаемое в пределах значительных пространств, но не охватывающее всю планету.

**Локальным** называют загрязнение небольшого региона, как правило, вокруг населенного пункта, промышленного предприятия, шахты и т.д.

В результате вывода в околоземное и космическое пространство объектов со случайными орбитами и общего засорения этого пространства космическими объектами возникает **загрязнение космоса**. Наблюдались случаи разрушения ядерных реакторов, находящихся на орбитах, что приводит к радиоактивному загрязнению космоса.

## 6.6. ТЕХНОГЕННЫЕ КОМПОНЕНТЫ.

К техногенным компонентам относятся: промышленный, энергетический, сельскохозяйственный, лесохозяйственный, коммунальный, рыбохозяйственный, рекреационный и некоторые другие компоненты.

Промышленность – ведущая отрасль общественно-материального производства. Она делится на группы: А – отрасли, производящие средства производства, и В – отрасли, производящие предметы потребления. Также различают добывающую и перерабатывающую промышленности.

**Добывающая промышленность** – промышленность, занятая добычей сырья и топлива для перерабатывающей промышленности, строительства, транспорта и других отраслей хозяйства. Отрасли добывающей промышленности: нефтегазодобывающая, угольная, рудодобывающая, лесозаготовительная, рыболовство и так далее.

**Перерабатывающая промышленность** включает производство черных и цветных металлов, проката, химических и нефтехимических продуктов, машин и оборудования, продуктов деревообработки и целлюлозно-бумажной продукции, а также строительных материалов и продуктов легкой промышленности.

**Энергетика** – область хозяйства, охватывающая энергетические ресурсы, выработку, преобразование, передачу и использование различных видов энергии. Важнейшая часть энергетики – электроэнергетика.

К **объектам энергетики** относятся гидро-, тепло- и атомные электростанции. Гидроэлектростанции – это электрические станции, использующие энергию падающей воды посредством гидравлических турбин, приводящих во вращение электрические генераторы. Они бывают: плотинные, деривационные, приливные и гидроаккумулирующие. Теплоэлектростанции преобразуют тепло в электрическую энер-



гию с помощью тепловых двигателей.

**Сельское хозяйство** – одна из главных отраслей материального производства, целью которой является возделывание сельскохозяйственных культур и развитие сельскохозяйственных животных для получения продукции растениеводства и животноводства. Сельское хозяйство включает также различные виды первичной переработки растительных и животных продуктов.

**Лесное хозяйство** – отрасль народного хозяйства, занимающаяся изучением, учетом и воспроизводством лесов, охраной их от пожаров, лесовозобновлением и лесоразведением, регулированием лесопользования, повышением продуктивности лесов.

**Коммунальное хозяйство** – совокупность предприятий, служб и хозяйств по обслуживанию населения городов, поселков и сел. Оно включает санитарно-гигиенические предприятия (водопровод, канализация, бани, прачечные и т. д.), жилищно-коммунальные хозяйства, городской транспорт, энергетические предприятия, сооружения внешнего благоустройства (дороги, мосты и др.), постройки жилья, гостиниц и др.

Одной из острых проблем в коммунальном хозяйстве является утилизация крупнотоннажных отходов коммунального хозяйства и промышленного производства.

**Рыбное хозяйство** – отрасль промышленности, занимающаяся разведением, добычей и переработкой рыбы и других продуктов рек и морей. Для разведения рыбы создаются искусственные нерестилища, водоемы, пруды.

Кроме вышеуказанных техногенных компонентов, существуют **рекреационные**, созданные для отдыха человека. В последнее время рекреационное обслуживание людей становится крупной отраслью экономики.

## **VII. НОРМИРОВАНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.**

### **7.1. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.**

Под **качеством природной среды** понимают такое состояние ее экологической системы, при котором постоянно происходят обменные процессы энергии и веществ между природой и человеком на уровне, обеспечивающем воспроизводство жизни на Земле.

В настоящее время используются различные нормативы качества окружающей природной среды. Одни дают оценку среды обитания человека, другие лимитируют негативные воздействия на природу. Их объединяет общность цели определения качества **не социальной, а природной среды**.

Качество среды обеспечивалось самой природой путем саморегуляции, самоочищения от загрязнения нетехногенного происхождения. В его основе заложен **принцип безотходности процессов**, происходящих в природных циклах, при этом конечный продукт одного служит сырьем для следующего природного цикла.

Примером могут служить анаэробные процессы в почве, при которых происходит гниение органических остатков, минерализация твердых веществ, растворение минералов, что является условием обеспечения почвенного плодородия. В дальнейшем при наличии влаги, определенного газового режима происходит интенсивный рост растений, которые потребляются животными. Остатки растений и животных в почве перегнивают и способствуют накоплению углерода и органических веществ, способствующих повышению почвенного плодородия. При этом идет воспроизводство всего живого на Земле, начиная от бактерий и грибов и кончая растительным и животным миром. Уровень воспроизводства не остается постоянным, а саморегулируется климатическими и другими природными условиями.

Человеческое производство, в отличие от природного, построено на **отходной технологии**. Конечный продукт технологического процесса используется человеком нерационально. Около 90 % основного продукта выбрасывается человеком в отходы, что



приводит к накоплению на поверхности Земли инертных, порой вредных материалов. Такое положение создает проблему регулирования качества среды обитания человека.

**Нормирование качества окружающей природной среды** – процесс разработки и придания юридической нормы научно обоснованным нормативам в виде показателя предельно допустимого воздействия человека на окружающую среду.

**Оценка нормативов качества проводится по трем показателям:** медицинским, технологическим и научно-техническим.

**Медицинские показатели** устанавливают пороговый уровень угрозы здоровью человека, его гигиенической программе.

**Технологические показатели** оценивают уровень установленных пределов технического воздействия на человека и среду обитания.

**Научно-технические показатели** оценивают возможность научных и технических средств контролировать соблюдение пределов воздействия по всем характеристикам.

## 7.2. НОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.

**Нормирование загрязнений** – это определение количественных показателей факторов окружающей среды, характеризующих безопасные уровни их влияния на состояние здоровья и условия жизни населения.

Нормативы не могут быть установлены произвольно, они разрабатываются на основе всестороннего изучения взаимоотношений организма человека с соответствующими факторами окружающей среды. Соблюдение нормативов на практике способствует созданию благоприятных условий жизни – труда, быта и отдыха, снижению заболеваемости, увеличению долголетия и работоспособности всех членов общества.

В основу нормирования положены принципы сохранения постоянства внутренней среды организма человека (гомеостаза) и обеспечение его единства с окружающей средой, зависимости негативного воздействия от интенсивности и длительности воздействия факторов окружающей среды, пороговости в проявлении неблагоприятных эффектов.

При обосновании нормативов используется комплекс физиологических, биохимических, физико-математических и других методов исследования для выявления начальных признаков вредного влияния факторов. Особое внимание уделяется изучению отдаленных эффектов: онкогенного, мутагенного, аллергенного влияний на половые железы, эмбрионы и развивающееся потомство. Существуют методы учета комбинированного действия комплекса вредных факторов.

В зависимости от нормируемого фактора окружающей среды различают:

ОБУВ – ориентировочный безопасный уровень воздействия;

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ДОК – допустимая остаточная концентрация;

ПДВ – предельно допустимые выбросы;

ПДС – предельно допустимые сбросы;

ПДУ – предельно допустимые уровни воздействия (для физических факторов).

Перечисленные нормативы делятся на санитарно-гигиенические и санитарно-технические.

**Санитарно-гигиенические** нормативы предупреждают воздействие загрязнителей на живые объекты биосферы. К ним относятся ОБУВ, ПДК, ПДУ. Обычно устанавливается ПДК для атмосферного воздуха – максимально-разовая, среднесуточная и др.; ПДК для воды водоемов и водопроводов; ПДК для почвы.

**Санитарно-технические** нормативы и их соблюдение позволяют поддерживать концентрацию вредных веществ в окружающей среде на уровне установленных гигиенических нормативов, т.е. не превышать их. К ним относятся ПДС, которые устанавливаются для воды и почвы; ПДВ в атмосферный воздух тем или иным объектом народного хозяйства и ДОК – допустимые остаточные концентрации того или иного



вещества в выбросах предприятий в атмосферу, в сточных водах и сбросах в почву.

В настоящее время разрабатывается дополнительный норматив – **предельно допустимая экологическая нагрузка** на окружающую среду (ПДЭН), который позволит учитывать неблагоприятные воздействия на объекты биосферы в целом.

Гипотеза, на которой основывается установление ПДК, состоит в том, что существует порог вредного действия как некая доза получаемого организмом вещества, начиная с которой в нём (организме) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология. Таким образом, **пороговая доза вещества** – это граница, переход которой вызывает в биологическом объекте негативные изменения, которые не могут быть компенсированы механизмами гомеостаза (механизмами поддержания внутреннего равновесия организма).

**Токсичность** есть способность вещества нарушать жизненно важные физиологические функции организма, то есть мера несовместимости вещества с жизнью.

Количественно **токсичность** определяется **токсической дозой вещества** (отнесенной, как правило, к массе тела животного или человека), вызывающей определенный **токсический эффект** (интоксикацию или отравление). Чем токсическая доза вещества меньше, тем выше его токсичность.

Как правило, и люди, и природные объекты одновременно подвергаются действию нескольких загрязняющих веществ. Чтобы учесть совместное действие нескольких загрязняющих веществ, рассчитывается **общий относительный уровень загрязнения S** как сумма относительных уровней загрязнения по каждому из них:

$$S = \sum S_i = C_1 / \text{ПДК}_1 + C_2 / \text{ПДК}_2 + C_3 / \text{ПДК}_3 + \dots$$

где  $C_i$  – фактическая концентрация  $i$ -го вещества, а ПДК <sub>$i$</sub>  – его предельно допустимая концентрация. Нормой считается, если выполняется условие  $S \leq 1$ .

Этот подход предполагает, что загрязняющие вещества действуют независимо друг от друга. Проблема в том, что при одновременном воздействии нескольких веществ возможен **синэргетический эффект**, состоящий в том, что совместное действие нескольких веществ больше суммы их воздействий по отдельности.

### 7.3. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОПАСНОСТЕЙ

**Первая группа** оценок риска формируется с учетом интервалов значений **параметров** процесса технологического режима: скорость, давление, температура, вибрация, масса продукта и т.д.

**Оценка вероятности экологической опасности** необходима для мест хранения промышленных отходов, перевозки горючих и взрывоопасных грузов, химических и металлургических предприятий. Нормативные методики оценки риска необходимы при проектировании, строительстве, выборе способов транспортировки, энергообеспечении и технологии производства. В рамках концепции экологического риска необходимо учитывать степень экологической опасности при возникновении промышленных аварий и катастроф, которые могут происходить с выбросом опасных химических, радиоактивных или биологически опасных веществ.

**Оценка риска аварии** необходима постоянно, так как ее возникновение зависит не только от проектных параметров, но и от текущей ситуации, сочетания управленческих решений, параметров процесса, состояния оборудования и степени подготовленности персонала, внешних условий. Предупреждение аварии возможно при постоянном контроле над процессом и прогнозировании риска. Разнообразие предприятий делает практически невозможным унификацию оценки риска. В основе формализованной оценки риска возникновения аварии лежит деление **локальных рисков** на две группы.

**Вторая группа** оценок риска формируется по **ситуациям**, в зависимости от



комбинации нескольких параметров технологического процесса. Количество ситуаций определяется на основе моделирования этих ситуаций, так называемого **имитационного исследования**. На базе локальных исследований оценок риска производится комплексная оценка.

Насыщение производства современной техникой резко повысило отставание от него общекультурного развития человечества, что создает разрыв между повышением риска и готовностью людей к обеспечению общественной безопасности и защите природной среды. Нерегулируемое воздействие человека на крупномасштабные процессы в природе может привести к **глобальным катастрофам**.

Например, при аварии на АЭС в Уиндскейле (Великобритания) в 1957 г. погибло 13 чел., заражено радиоактивными веществами 50 тыс. км<sup>2</sup>; при аварии на Чернобыльской АЭС (1986) погибло 30 чел., эвакуировано 115 тыс. чел., 17 млн чел. попали в зону заражения радиоактивными веществами.

В нефтеперерабатывающей промышленности ежегодно происходит около 60 катастроф, уносящих жизни людей и наносящих ни с чем не сопоставимый ущерб окружающей среде в глобальном и планетарном масштабе.

Менеджмент риска связан со стратегией безопасного экологического развития. Для внедрения его в практику требуется высокий уровень культуры, образования, которые позволяют противостоять ведомственным интересам.

## **VIII. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.**

### **8.1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ГАРМОНИЗАЦИИ ОТНОШЕНИЙ ПРИРОДЫ И ПРОИЗВОДСТВА.**

Природопользование в любой отрасли строится на следующих принципах: принцип системного подхода, принцип оптимизации природопользования, принцип опережения, принцип гармонизации отношений природы и производства, принцип комплексного использования. Кратко рассмотрим эти принципы.

**Принцип системного подхода** предусматривает комплексную всестороннюю оценку воздействия производства на среду и ее ответных реакций. К примеру, рациональное использование орошения повышает плодородие почвы, в то же время приводит к истощению водных ресурсов.

Сбросы загрязнителей в водоемы оцениваются не только воздействием на биоту, но и определяют жизненный цикл водных объектов.

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

Поверхностная разработка ископаемых имеет преимущество перед шахтной добычей по степени использования сырья, но приводит к утрате плодородия почв. Оптимальным при этом является сочетание открытых разработок с рекультивацией и восстановлением земель.

**Принцип опережения темпов добычи сырья темпами переработки** основан на снижении количества отходов в процессе производства. Он предполагает прирост продукции за счет более полного использования сырья, ресурсосбережения и совершенствования технологии.

**Принцип гармонизации отношений природы и производства** базируется на создании и эксплуатации природотехногенных эколого-экономических систем, представляющих собой совокупность производств, обеспечивающих высокие производственные показатели. При этом обеспечивается поддержание благоприятной



экологической обстановки, возможно сохранение и воспроизводство естественных ресурсов. Система имеет службу управления для своевременного выявления вредных воздействий и корректировки компонентов системы.

**Принцип комплексного использования природных ресурсов** предусматривает создание территориально-производственных комплексов на базе имеющихся сырьевых и энергетических ресурсов, которые позволяют более полно использовать указанные ресурсы, снизив при этом техногенную нагрузку на среду. Они имеют специализацию, сконцентрированы на определенной территории, обладают единой производственной и социальной структурой и совместно способствуют охране природной среды.

В XXI в. для любого государства **экологическая политика** является необходимой частью его общей политики при переходе к устойчивому развитию общества. Поскольку экологические проблемы порождены социально-экономическим развитием и связаны практически со всеми аспектами развития современного общества, постольку и экологическая политика должна тесно координироваться социальной, демографической, экономической, научно-технической, культурной политикой.

В соответствии с решениями Конференции в Рио-де-Жанейро (1992) вышел Указ Президента РФ от 4 февраля 1994 г. № 236 «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития».

Ускоренное нарастание техногенного давления и увеличение зависимости здоровья людей от состояния окружающей среды требуют уже сейчас более быстрого повышения точности экологических прогнозов. Одна из важнейших задач современного образования – становление экологического способа мышления: от лозунга «**Взять от природы все**» нужно перейти к лозунгу «**Природа – наш дом**».

Следующим важным документом, в котором обозначился основной замысел стратегии устойчивого развития страны, явилась Концепция перехода РФ к устойчивому развитию, утвержденная Указом Президента РФ от 1 апреля 1996 г. № 440. Позднее Правительством РФ был разработан Национальный план действий по охране окружающей среды РФ, включающий 76 мероприятий экологической направленности, в том числе 8 законопроектов, 39 федеральных целевых программ и 27 нормативных актов.

Цели плана – оздоровление экологической обстановки в России, снижение ее неблагоприятного влияния на здоровье населения, сохранение жизнеобеспечивающих функций биосферы, эффективное участие России в международной природоохранной деятельности.

Достижение поставленных целей требует решения следующих задач:

- совершенствование системы управления природопользованием и охраной окружающей среды, включая обоснованное разграничение полномочий в области государственного управления природопользованием и охраной окружающей среды между федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов РФ и органами местного самоуправления;

- совершенствование экономического и финансового механизма воспроизводства природных ресурсов и охраны окружающей среды, развитие рынка работ и услуг в области природопользования и охраны окружающей среды;

- развитие методов экономической оценки негативных экологических последствий нерационального использования природных ресурсов, усовершенствование систем лимитирования выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и размещения отходов;

- повышение эффективности государственной экологической экспертизы, введение в практику процедур оценки воздействия на окружающую среду, развитие систем государственного экологического контроля и мониторинга состояния окружающей среды, создание единой государственной системы экологического мониторинга;

- формирование эффективной системы непрерывного экологического образования, экологической культуры и экологического мировоззрения;

- переход на систему международных стандартов технологических процессов и производимой продукции;



- выделение и реабилитация территорий с опасным изменением качества окружающей природной среды, возмещение ущерба здоровью и имуществу граждан, нанесенного в результате негативных экологических воздействий;

- усиление деятельности по сохранению биоразнообразия, экосистем и ландшафтов, развитию сети особо охраняемых природных территорий и территорий с уникальными природными ресурсами и свойствами, расширение зон ограниченного природопользования;

- проведение научных исследований, развитие новых методов и технологий в области охраны, воспроизводства и рационального использования природных ресурсов, <sup>a</sup> также стимулирование внедрения ресурсо- и энергосберегающих технологий, увеличение доли использования вторичных ресурсов, повышения степени утилизации отходов;

- широкое распространение достоверной и своевременной информации о состоянии природной среды и по экологической проблематике в целом, в том числе посредством государственной поддержки издания экологической литературы, средств массовой информации;

- поддержка общественных экологических движений и привлечение неправительственных организаций к решению экологических проблем, к осуществлению экологического контроля и мониторинга и др.

Большая доля затрат и усилий для решения этих задач ложится на государство. Затраты на реализацию государственных целевых программ, предусмотренных планом, определяются ежегодно при подготовке проекта прогноза социально-экономического развития РФ и уточняются при разработке федерального бюджета на соответствующий год. Кроме того, предусмотрены меры по совершенствованию механизма финансирования программ. Они позволят привлечь в реализацию приоритетных проектов все возможные источники финансирования и при этом использовать механизмы экономического и административного регулирования.

## **IX. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.**

### **9.1. СУЩНОСТЬ КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА.**

Природная среда предоставляет человеку условия обитания и ресурсы для жизнедеятельности. Развитие хозяйственной деятельности человека улучшает условия существования людей, но требует увеличения расходования природных, энергетических и материальных ресурсов. В ходе промышленного и сельскохозяйственного производства образуются отходы, которые в совокупности с самими производственными процессами воздействуют на **природную среду** и приводят к нарушениям и загрязнениям, ухудшающим во все нарастающей степени условия обитания человека.

Кардинальное решение экологических проблем возможно при проведении ответственной экологической политики, которая имеет множество аспектов, одним из которых является следование положениям **концепции экологического риска**. Ее сущность заключается в том, что в ходе любой хозяйственной деятельности сводится к минимуму возможность нанесения ущерба экологической ситуации.

Основополагающим при этом является **оценка степени риска нанесения ущерба окружающей среде**.

### **9.2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС. ПОНЯТИЕ, ПРИЧИНЫ, ПРИЗНАКИ.**

С концепцией экологического риска тесно связаны представления об экологическом кризисе. Создание ее вызвано необходимостью вскрыть причины, установить признаки, замедлить или предупредить развитие кризисной экологической ситуации, наметить



основные пути ее преодоления.

В эволюции биосферы различают следующие основные этапы:

- **возникновение первичной биосферы** с биотическим круговоротом;
- **период биогенеза** – усложнение структуры многоклеточных организмов по чисто биологическим законам;
- период **ноогенеза** – возникновение человеческого общества, разумная деятельность которого способствует превращению биосферы в ноосферу.

**Экологический кризис** – это напряженное состояние между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсно-экологическим возможностям биосферы.

Основные **пути воздействия людей на природу** заключаются в расходовании естественных богатств в виде минерального сырья, почв, водных ресурсов, загрязнения среды, истребления видов и разрушения биогеоценозов.

**Суммируя изменения** в биосфере, укладываемые в понятие «экологический кризис», можно выделить наиболее характерные его проявления:

- постепенное изменение климата планеты вследствие изменения баланса газов в атмосфере;
- общее и местное (над полюсами, отдельными участками суши) разрушение биосферного озонового слоя;
- загрязнение Мирового океана тяжелыми металлами, сложными органическими соединениями, нефтепродуктами, радиоактивными веществами, насыщение вод углекислым газом;
- разрыв естественных экологических связей между океаном и водами суши в результате строительства плотин на реках, приводящий к изменению твердого стока, нерестовых путей и т.п.;
- загрязнение атмосферы с образованием кислотных осадков, высокотоксичных веществ в результате химических и фотохимических реакций;
- загрязнение вод суши, в том числе речных, служащих для питьевого водоснабжения, высокотоксичными веществами, включая диоксиды, тяжелые металлы, фенолы;
- опустынивание планеты;
- деградация почвенного слоя, уменьшение площади плодородных земель, пригодных для сельского хозяйства;
- радиоактивное заражение отдельных территорий в связи с захоронением радиоактивных отходов, техногенными авариями и катастрофами;
- накопление на поверхности суши бытового мусора и промышленных отходов, в особенности практически не- разлагающихся пластмасс;
- сокращение площадей тропических и северных лесов, ведущее к дисбалансу газов атмосферы, в том числе уменьшению концентрации кислорода в атмосфере планеты;
- загрязнение подземного пространства, включая подземные воды, что делает их не пригодными для водоснабжения и угрожает жизни в литосфере;
- массовое и быстрое, лавинообразное исчезновение видов животных и растений;
- ухудшение среды жизни в населенных местах, особенно на урбанизированных территориях;
- общее истощение и недостаток природных ресурсов для развивающегося населения;
- изменение размера, энергетической и биохимической роли организмов, переформирование пищевых цепей, массовое размножение отдельных видов организмов;
- нарушение иерархии экосистем, увеличение системного однообразия на планете;



- глобальное воздействие на климат вследствие выброса в атмосферу огромных масс парниковых газов;
- истощение озонового слоя.

Для того чтобы избежать катастрофы и устойчиво развиваться, общество должно придерживаться трёх принципов, образующих концепцию устойчивого развития:

- скорость восстановления возобновимых ресурсов должна быть не ниже скорости их потребления;
- потребление невозобновимых ресурсов не должно превышать скорости отыскания их замены;
- интенсивность выбросов загрязняющих веществ не должна превышать скорости их разложения или ассимиляции природной средой.

К достижениям, способствующим предотвращению **экологического кризиса**, в первую очередь, относятся:

- успехи генетики и генной инженерии, позволившие вывести сверхпродуктивные сорта сельскохозяйственных культур и породы скота, а также разработать и применить биологические методы борьбы с вредителями и сорняками;
- новые технологии сбора, хранения и утилизации бытовых и промышленных отходов, повторное использование металлов, пластиковых материалов, стекла, бумаги и т. д.;
- энерго- и ресурсосберегающие, а также безотходные и малоотходные технологии производства и методы строительства;
- новые методы очистки отходящих газов и сточных вод, введение рециркуляции технологических оборотных вод;
- развитие ядерной энергетики и её постепенный перевод на реакторы-размножители;
- разработка эффективных солнечных батарей – основы конкурентоспособной гелиоэнергетики и создание современных ветроэнергетических станций.

## Х. НАРОДОНАСЕЛЕНИЕ ЗЕМЛИ.

### 10.1. СОВРЕМЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ЗЕМЛЕ.

На протяжении большей части человеческой истории рост численности народонаселения был малозаметен. Однако на протяжении XIX в. этот процесс стал набирать темпы и чрезвычайно резко ускорился в первой половине XX в. Это дало повод аналитикам говорить о «демографическом взрыве».

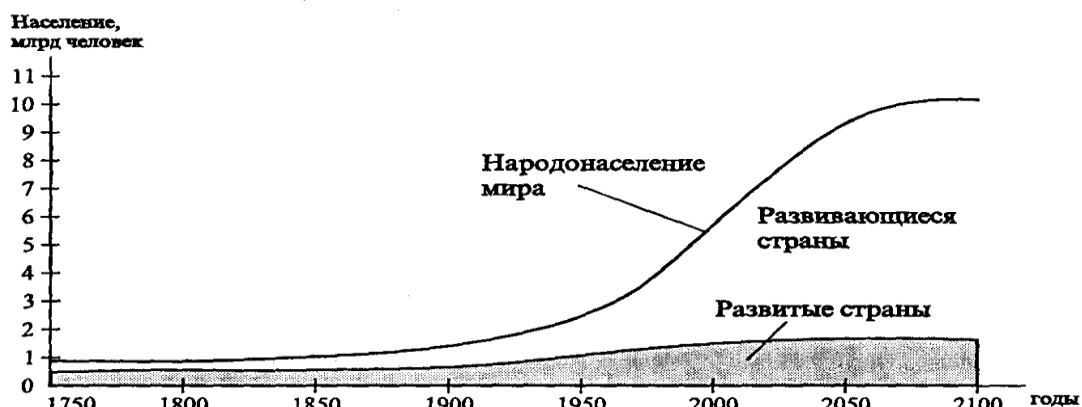


Рис.44. Рост численности народонаселения в развитых и развивающихся странах

**8 281 282 270 чел.** (18 апреля 2025 г.)

Счетчик населения Земли

<https://countrymeters.info/ru/World>



Более половины прогнозируемого прироста населения планеты до 2050 года будет сосредоточено всего в восьми странах: Демократической Республике Конго, Египте, Эфиопии, Индии, Нигерии, Пакистане, Филиппинах и Танзании.

Таблица 2

## Топ 20 стран по численности населения (18-04-2025)

1	Китай	1 476 245 635	17.83%
2	Индия	1 467 291 880	17.72%
3	Соединенные Штаты Америки	343 409 684	4.15%
4	Индонезия	291 004 435	3.51%
5	Пакистан	244 225 021	2.95%
6	Нигерия	234 012 998	2.83%
7	Бразилия	222 213 869	2.68%
8	Бангладеш	174 555 090	2.11%
9	Россия	146 220 444	1.77%
10	Мексика	137 824 312	1.66%
11	Эфиопия	129 589 450	1.56%
12	Япония	125 878 213	1.52%
13	Филиппины	118 279 545	1.43%
14	Египет	113 640 923	1.37%
15	Конго	104 000 772	1.26%
16	Вьетнам	102 788 467	1.24%
17	Турция	91 642 031	1.11%
18	Иран	89 204 335	1.08%
19	Германия	83 930 550	1.01%
20	Таиланд	71 115 775	0.86%

В этом списке представлены 20 самых густонаселённых стран мира по состоянию на сегодняшний день. В этих странах проживает приблизительно 5.77 миллиарда людей, что составляет 70% от всего населения планеты.



Рис.45. Карта, показывающая соотношение полов среди людей по странам

<span style="color: red;">■</span>	Страны, в которых больше <b>женщин</b> , чем мужчин
<span style="color: green;">■</span>	Страны с <b>одинаковым</b> числом мужчин и женщин
<span style="color: blue;">■</span>	Страны, в которых больше <b>мужчин</b> , чем женщин



## 10.2. ПРОБЛЕМЫ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РОСТА.

**Рост потребления.** Рост населения не пропорционален росту потребления, так как обычно сопровождается падением уровня жизни. Потребление возрастает, прежде всего, за счет тех областей, которые мало связаны с уровнем жизни (например, потребление зерна, риса и т.п.).

**Рост городов.** В силу того, что сельскохозяйственное производство не предоставляет дополнительных рабочих мест, избыточное население сосредоточивается в городах. Рост городов происходит нередко за счет сельскохозяйственных угодий, что, в свою очередь, ведет к усилению оттока населения из сел в города.

**Загрязнение среды** возрастает из-за увеличения объема бытовых отходов, роста городов как наиболее мощных источников загрязнения, интенсификации сельскохозяйственного производства. Загрязнение провоцирует рост заболеваемости, запуская механизм естественного отбора, ведущего к изменению (ухудшению) генофонда.

**Падение уровня жизни.** Основные факторы падения уровня жизни связаны с ростом численности населения – многодетностью и обусловленным ею дефицитом семейного бюджета, ростом цен на землю, соответствующим удорожанием жилищного строительства, ресурсов, всех систем жизнеобеспечения, а также с ростом непроизводительных расходов.

**Изменение структуры населения.** Сдвиг в пользу городского населения с ростом его численности сопровождается изменением соотношения возрастных групп:

- омоложением населения, сопровождаемым ростом безработицы среди молодежи, преступности и общей социальной нестабильности;
- изменением соотношения полов в младших возрастных группах: число мальчиков превышает число девочек;
- изменением соотношения полов в старших возрастных группах: снижением продолжительности жизни мужчин по сравнению с женщинами; увеличением числа одиноких женщин среднего и пожилого возрастов.

**Скученность.** Скученность населения ускоряет процесс загрязнения среды. Она провоцирует гормональные нарушения у человека, увеличивает степень конфликтности и агрессивности в семье и на производстве. Социально-психологические последствия скученности – отчуждение, утрата социальной значимости личности, снижение ценности жизни, социальное безразличие и карьеризм (стремление обрести значимость любой ценой), саморазрушение (алкоголизм, наркомания, половые извращения, исключаящие из репродуктивного процесса), преступность.

## XI. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

### 11.1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ОБ ОХРАНЕ ПРИРОДЫ И ОБЪЕКТАХ ОХРАНЫ.

**Охрана природы** – это комплекс мер по сохранению, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов Земли, в том числе видового разнообразия флоры и фауны, богатства недр, чистоты вод и атмосферы.

Опасность необратимых изменений природной среды в отдельных регионах Земли стала реальной из-за возросших масштабов хозяйственной деятельности человека.

К 70-м гг. 20 века с кон. 16 в. исчезло св. 250 видов и подвидов позвоночных животных. С начала 80-х гг. в среднем 1 вид (или подвид) животных исчезал ежедневно, а вид растений – еженедельно (под угрозой исчезновения находятся св. 20 тыс. видов). Около 1000 видов птиц и млекопитающих (в основном обитатели тропических лесов, сводимых со скоростью десятков га/в мин.) находятся под угрозой вымирания. Ежегодно сжигается около 1 млрд. т условного топлива, выбрасываются в атмосферу сотни млн. т оксидов азота, серы, углерода (часть из них возвращается в виде кислотных дождей),



сажи, золы и пыли. Почвы и воды загрязняются промышленными и бытовыми стоками (сотни млрд. т в год), нефтепродуктами (несколько млн. т), минеральными удобрениями (около сотни млн. т) и пестицидами, тяжелыми металлами (ртуть, свинец и др.), радиоактивными отходами. Появилась опасность нарушения озонового экрана Земли. Способность биосферы к самоочищению близка к пределу.

Опасность неконтролируемого изменения окружающей среды и вследствие этого угроза существованию на Земле живых организмов, в т. ч. человека, потребовали решительных практических мер по защите и охране природы, правового регулирования использования природных ресурсов.

К таким мерам относятся создание безотходных технологий, очистных сооружений, упорядочение использования пестицидов, прекращение производства ядохимикатов, способных накапливаться в организме, рекультивация земель и пр., а также создание охраняемых территорий (заповедники, национальные парки и др.), центров по разведению редких и исчезающих животных и растений (в т.ч. для сохранения генофонда Земли), составление мировой и национальных Красных книг.

Природоохранные меры предусмотрены в земельном, лесном, водном и др. национальном законодательстве, которое устанавливает ответственность за нарушение природоохранных норм.

В международном масштабе наряду с созданием различных международных организаций по отдельным проблемам охраны природы действует Программа ООН по окружающей среде.

Охрана природы включает в себя не только мероприятия по защите и сохранению природы, но и рациональное использование, приумножение и восстановление природных ресурсов.

**Мероприятия по охране природы** можно подразделить на три основные категории:

- 1) защита среды обитания человека от загрязнения;
- 2) рациональное использование природных ресурсов;
- 3) сохранение памятников природы – природных объектов, не тронутых хозяйственной деятельностью человека или имеющих научное, культурноисторическое и эстетическое значение.

## **11.2. ПРИНЦИПЫ И ПРАВИЛА ОХРАНЫ ПРИРОДЫ.**

Хозяйственная деятельность вызывает в природе многочисленные изменения, последствия которых необходимо уметь прогнозировать. В процессе длительного использования природных ресурсов были разработаны общие принципы и правила рационального использования и охраны природы.

**Первый принцип сводится к тому, что все явления природы имеют для человека множественное значение и должны оцениваться с разных точек зрения. К каждому явлению необходимо подходить с учетом интересов разных отраслей производства и сохранения восстановительной силы самой природы.**

Так, лес рассматривается, прежде всего, как источник древесины и химического сырья, однако леса имеют водорегулирующее, почвозащитное, климатообразующее значение. В этих случаях промышленное значение леса отодвигается на второй план.

Река не может служить только транспортной магистралью или местом для сооружения гидроэлектростанций. Реки доставляют в моря биогенные вещества, необходимые для живых организмов. Поэтому использовать реку только в интересах одной отрасли, как это часто бывает, нерационально. Необходимо комплексное ее использование в интересах различных отраслей производства, здравоохранения, туризма с учетом сохранения чистоты водоема и восстановления в нем пасов воды.

**Второй принцип заключается в необходимости строгого учета местных условий при использовании и охране природного ресурса. Его называют правилом региональности. Особенно это касается использования водных и лесных богатств.**



На Земле много мест, где сейчас ощущается дефицит пресной воды. Избыток воды в других местах не улучшает затруднительного положения с водой в засушливых районах.

Там, где лесов много и они не освоены, допустимы интенсивные рубки, а в лесостепных районах, в центральных промышленно развитых и густо населенных областях России, где лесов мало, лесные ресурсы надо расходовать очень бережно, с постоянной заботой об их возобновлении.

Правило региональности действует и в отношении животного мира. Один и тот же вид промыслового животного в одних районах нуждается в строгой охране, в других, при высокой численности, возможен интенсивный его промысел.

Однако, нет ничего более губительного, чем интенсивное расходование ресурса там, где он в недостатке, на основании того, что в других местах этот ресурс находится в избытке. Согласно правилу региональное обращение с одним и тем же природным ресурсом в разных районах должно быть различным и зависеть от того, как этот ресурс в данной местности представлен в настоящее время.

**Третий принцип, вытекающий из взаимной связи предметов и явлений в природе, состоит в том, что охрана одного объекта означает одновременно охрану и других объектов, тесно с ним связанных.**

Охрана водоема от загрязнения – это одновременная охрана рыб, обитающих в нем.

Сохранение с помощью лесной растительности нормального гидрологического режима местности – это и предупреждение эрозии почвы.

Охрана насекомоядных птиц и рыжих лесных муравьев – это одновременная охрана леса от вредителей.

Часто в природе складываются отношения противоположного характера, когда охрана одного объекта приносит вред другому. Например, охрана лося местами приводит к его перенаселению, а это наносит ощутимый ущерб лесу из-за повреждения подроста.

Значительный вред растительности некоторых национальных парков Африки приносят слоны, в избытке населяющие эти территории.

Поэтому охрана каждого природного объекта должна быть соотнесена с охраной других.

Следовательно, охрана природы должна быть комплексной. Охраняться должна не сумма отдельных природных ресурсов, а природный комплекс (экосистема), включающий различные компоненты, соединенные естественными связями, сложившимися в процессе длительного исторического развития.

### **11.3. ПРАВОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ**

#### **Правовые механизмы охраны природы.**

В целом существуют следующие Российские источники экологического права:

- Конституция РФ
- Федеративные договоры
- Нормативно-правовые акты министерств и ведомств
- Указы и распоряжения Президента РФ
- Постановления и распоряжения Правительства РФ
- Конституции, законы и иные нормативно-правовые акты субъектов РФ
- Законы конституционные и федеральные
- Международные договоры РФ, общепризнанные принципы международного права
- Локальные нормативно-правовые акты
- Правовые обычаи

Правовой основой охраны природы являются Конституция РФ, международные договоры, законы об охране природы и основных компонентов окружающей природной среды, постановления законодательных учреждений разного уровня.



Высшую юридическую силу, прямое действие и применение на всей территории России имеет Конституция РФ. Ею закреплено право человека на благоприятную окружающую среду. Естественно, чтобы действительно пользоваться им, необходимо использовать право на достоверную информацию о состоянии окружающей среды (статья 42).

К природоресурсному законодательству относятся:

Земельный кодекс РФ;

Водный кодекс РФ;

Лесной кодекс;

Закон РФ «О недрах»;

Федеральный закон РФ «Об охране атмосферного воздуха».

К природоохранному законодательству относятся нормативные акты:

Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды»;

Федеральный закон РФ «Об особо охраняемых природных территориях»;

Федеральный закон РФ «Об экологической экспертизе».

**Под понятием экономического механизма охраны окружающей природной среды понимается:** правовой институт, включающий в себя совокупность правовых норм, регулирующий условия и порядок аккумулирования денежных средств, поступающих в качестве платы за загрязнение окружающей среды и иные вредные на неё воздействия, финансирования природоохранных мер и экономического стимулирования хозяйствующих субъектов путём применения налоговых и иных льгот.

Платежи на основании письма МЧС РФ за выбросы и сбросы загрязняющих веществ и размещение отходов в окружающей природной среде взимаются с предприятий независимо от форм собственности и ведомственной принадлежности. Учитывая местные условия, областные администрации могут освобождать предприятия, организации и учреждения от платежей за выбросы и сбросы загрязняющих веществ, производимых в границах предельно допустимых выбросов и сбросов.

За сверхлимитные выбросы и сбросы загрязняющих веществ и размещение отходов устанавливается повышенный размер платы на основании базовых нормативов платы, коэффициентов, учитывающих территориальные экологические особенности, и коэффициентов кратности платы за сверхлимитные выбросы и сбросы загрязняющих веществ и размещение отходов.

**Задачи экономического механизма охраны окружающей природной среды заключаются в том, что должно производиться:**

1. Планирование и финансирование природоохранительных мероприятий.
2. Установление лимитов использования природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду и размещение отходов.
3. Установление нормативов платы и размеров платежей за использование природных ресурсов, выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду, размещение отходов и другие виды вредного воздействия.
4. Предоставление предприятиям, учреждениям и организациям, а также гражданам налоговых, кредитных и иных льгот при внедрении ими малоотходных и ресурсосберегающих технологий и нетрадиционных видов энергии, осуществлении других эффективных мер по охране окружающей природной среды.
5. Возмещение в установленном порядке вреда, причиненного окружающей природной среде и здоровью человека.

#### **11.4. ВИДЫ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ.**

**Мягкое** – опосредованное, направляющее, косвенное воздействие, сохраняющее или восстанавливающее экологический баланс, как правило, с использованием



естественных механизмов саморегуляции (выборочные рубки, сбор «лишнего» урожая и т. д.).

Существует **Правило «мягкого» управления природой** – когда управление природными процессами способно вызвать желательные природные цепные реакции без нарушения естественных процессов в экосистемах и потому «мягкое» управление природой социально и экономически предпочтительнее «жесткого», техногенного. Это правило целесообразного преобразования природы.

**Жесткое управление** – это техническое и техногенное воздействие и вмешательство в естественные процессы, их исправление путем коренного преобразования механизмов и систем природы (переброска рек, строительство плотин, сплошнолесосечные рубки и др.). Оно дает хозяйственный эффект в коротком временном интервале и при локальном или региональном масштабе, когда его применение не ведет к подрыву природно-ресурсного потенциала.

Жесткое управление основано на искусственном перенапряжении или предельном омоложении природной системы и требует мероприятий по поддержанию экологического равновесия. Жесткое управление природными процессами, как правило, чревато цепными природными реакциями, значительная часть которых оказывается экологически, социально и экономически неприемлемой в длительном интервале времени. Действие этого правила связано прежде всего с тем, что грубое, «хирургическое» вмешательство в жизнь природных систем вызывает действие закона внутреннего динамического равновесия и значительное увеличение энергетических затрат на поддержание природных процессов (изменение русла рек, орошение сухих степей, распашка огромных площадей целинных земель и т.д.). Со временем затраты на поддержание технических устройств обеспечивающих «жесткое» управление возрастают, что делает его абсолютно не эффективным.

Существуют следующие **методы управления природопользованием**:

1) **Законодательные методы** управления.

В правовых вопросах природопользования первостепенным является **экологическое право** – это отрасль права, которая регулирует общественные отношения в сфере взаимодействия общества и природы.

2) **Информационные методы** управления.

Их условно можно разделить на две части:

- мероприятия, направленные на получение, обработку, хранение, представление и дальнейшее использование информации о состоянии окружающей среды и динамики развития процессов в ней (экологический мониторинг, экологическое картографирование, ведение государственных природных кадастров и кадастров охраняемых территорий, использование ГИС для моделирования и прогнозирования антропогенных экологических процессов);

- экологическое образование, просвещение и воспитание, пропаганда и реклама.

3) **Административные методы** управления

а) **Лицензирование** – система административно-правового и экономического государственного регулирования и экологического контроля за использованием природными ресурсами.

**Лицензия** – это разрешение на определенный вид деятельности по использованию природного ресурса (выемка, потребление, использование природного ресурса, а также выбросы, сбросы, размещение вредных веществ) с указанием способов контроля за охраной и рациональным использованием природных ресурсов.

Имеют место две разновидности **лицензируемого права**:

1. Разрешение на право пользования природными ресурсами;
2. Разрешение на право выбросов (сбросов) отходов.

Порядок лицензирования в природопользовании определяется Федеральными ресурсными законами (Закон о недрах, Закон о животном мире и т.д.). Ст. 1, п. 2 Закона РФ от 8 августа 2001 года № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности»



определено, что выдачу долгосрочной лицензии на каждый вид ресурса осуществляет соответствующий Государственный специально уполномоченный орган.

#### **б) Нормирование (лимитирование)**

Цель нормирования в природопользовании (нормирование качества природной окружающей среды) заключается в установлении предельно допустимых норм воздействия на окружающую среду, гарантирующих экологическую безопасность населения и сохранение генетического фонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности. Необходимость нормирования на современном этапе развития человечества обусловлена истощением ресурсов и отходами производства, представляющими угрозу для здоровья населения и окружающей среде.

Существуют **нормативы**:

- качества окружающей среды;
- допустимого воздействия на окружающую среду;
- допустимого изъятия компонентов природной среды;
- допустимой антропогенной нагрузки;
- допустимых выбросов и сбросов химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов;
- технологический норматив;
- нормативы ПДК;
- нормативы допустимых физических воздействий.

**в) Экологический контроль** – проверка выполнения планов и мероприятий по охране природы, рациональному использованию природных ресурсов, оздоровлению окружающей среды, соблюдению требований природоохранного законодательства и нормативов качества.

Система экологического контроля состоит из государственной службы наблюдения за состоянием окружающей природной среды (**мониторинга**), государственного, производственного и общественного контроля.

**г) Экологическая экспертиза** – установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

Под объектами экологической экспертизы понимаются предплановые, предпроектные и проектные материалы по объектам и мероприятиям, намечаемым к реализации на территории РФ, а также экологические обоснования лицензий и сертификатов.

**д) Экологический аудит** – оценка экологической опасности экономических субъектов (предприятий, фирм и т.п.), достоверности их отчетных данных, соответствия их деятельности действующему законодательству. Потребность в аудите обусловлена необходимостью знания, в том числе руководству предприятия, о степени экологической опасности предприятия, его продукции, ее материалоемкости с целью снижения влияния этих факторов в условиях рыночной конкуренции.

Отличие экологического аудита от экологической экспертизы состоит в том, что экологическая экспертиза проводится по проектам, а экологический аудит – по действующим предприятиям.

#### **4) Экономические методы управления**

В России из существующих экономических методов управления:

##### **1. Издавна существуют:**

- меры материально-технического обеспечения;
- платность за пользование природными ресурсами;
- платежи за загрязнение окружающей среды;



- льготы по кредитованию и налогообложению.

**2. Новые, связанные с рыночной экономикой и выходом на международный рынок:**

- экологическое страхование;
- введение поощрительных цен на экологически чистую продукцию и снижение на экологически неблагоприятную;
- планирование и финансирование природоохранных мероприятий;
- установление лимитов использования природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ;
- установление нормативов платы и размеров платежей за использование природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещение отходов;
- поддержка предпринимательской деятельности, осуществляемой в целях охраны окружающей среды;
- предоставление налоговых, кредитных и иных льгот при внедрении малоотходных и ресурсосберегающих технологий и нетрадиционных видов энергии, осуществление других эффективных мер по охране окружающей природной среды;
- возмещение вреда, причиненного окружающей природной среде и здоровью человека.



## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Проанализируйте экологические, эстетические и этические причины, побуждающие человека охранять природу.
2. Раскройте соотношение между экологией и охраной окружающей среды. Сравните эти понятия с точки зрения современного общества.
3. Опишите понятие демографии и связанный с ней темп роста населения.
4. Раскройте понятие экологического кризиса. Приведите примеры состояния окружающей среды, иллюстрирующие экологический кризис.
5. Структурируйте современную экологию. Определите глобальность современной экологии.
6. Сформулируйте понятие биосферы и опишите ее структуру. Проанализируйте устойчивость экосистем и биосферы в целом.
7. Охарактеризуйте закон ноосферы (по Вернадскому В.Н.). Перечислите основные предпосылки возникновения ноосферы.
8. Классифицируйте природные ресурсы с точки зрения проблемы использования и воспроизводства. Оцените эту проблему. Назовите государственную стратегию в разработке и использовании природных ресурсов.
9. Дайте определение энергетических ресурсов. Классифицируйте традиционные и нетрадиционные виды энергетики. Оцените стратегию их использования.
10. Опишите проблему продовольствия в современную эпоху. Предложите или оцените известные вам пути решения.
11. Оцените рыболовство как путь к рациональному и полноценному питанию.
12. Определите понятие биосоциальной сущности человека. Оцените значение социэкологии.
13. Оцените экологические проблемы бытовой, трудовой и рекреационной деятельности человека. Сформулируйте понятия этих видов деятельности.
14. Назовите экологические проблемы техносферы. Найдите взаимосвязь инфраструктуры города и нарушения экологического равновесия.
15. Опишите проблемы утилизации твердых бытовых отходов, очистка сточных вод. Оцените их.
16. Опишите последствия и проанализируйте и сравните причины стихийных бедствий и антропогенных катастроф.
17. Сформулируйте понятие экологической безопасности. Охарактеризуйте экологический риск, оценку и отбор критериев опасности.
18. Сформулируйте понятие экологического кризиса, охарактеризуйте его причины и проанализируйте его признаки.
19. Перечислите виды возмещения ущерба окружающей среде. Классифицируйте основные направления защиты окружающей среды. Оцените их с точки зрения эффективности.
20. Классифицируйте виды юридической ответственности юридических лиц, должностных лиц и граждан.
21. Систематизируйте экологический мониторинг. Опишите задачи региональной и глобальной системы мониторинга. Приведите примеры мониторинговых действий.
22. Дайте понятие загрязнения окружающей среды. Опишите свойства загрязнителей окружающей среды. Оцените различные виды экологического загрязнения.
23. Классифицируйте виды загрязнения Мирового океана.
24. Охарактеризуйте нормирование воздушной и водной среды. Дайте определение понятий ПДК и ПДУ загрязнителей.
25. Опишите организацию экологического контроля, обоснуйте необходимость проведения экологической экспертизы.
26. Классифицируйте естественные и искусственные виды радиации по видам и дозам. Проанализируйте риск заражения.



27. Перечислите основные документы в регулировании природоохранных отношений в РФ. Охарактеризуйте регулирование размеров водоохраных зон.
28. Назовите и охарактеризуйте состав требуемого природоохранного оборудования для судов с численностью экипажа более 10 человек.
29. Перечислите случаи, при которых на предприятиях устанавливаются не ПДВ, а ВСВ.
30. Опишите условия, при которых возможен сброс нефтеводяной смеси согласно международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов. Охарактеризуйте это разрешение с точки зрения загрязнения вод мирового океана.
31. Перечислите и оцените эффективность оборудования, используемого на судах для предотвращения загрязнения моря нефтью.
32. Перечислите и оцените эффективность оборудования, используемого на судах для предотвращения загрязнения моря сточными водами.



## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература:

1. Хандогина, Е.К., Герасимова, Н.А., Хандогина А.В. Экологические основы природопользования: учебное пособие / под общ. ред. Е.К. Хандогиной. – 2-е изд. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2021. – 160 с. – (Среднее профессиональное образование). – ISBN 978-5-00091-475-5. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1359433> (дата обращения: 14.03.2025). – Режим доступа: по подписке.
2. Гальперин, М.В. Экологические основы природопользования: учебник. – 2-е изд., испр. – Москва: ИНФРА-М, 2022. – 256 с. – (Среднее профессиональное образование). – ISBN 978-5-16-016287-4. – Текст: электронный. – URL: <https://znanmm.com/catalog/product/1712398> (дата обращения: 14.03.2025). – Режим доступа: по подписке.
3. Протасов, В. Ф. Экологические основы природопользования: учебное пособие. – Москва: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 304 с. (ПРОФИЛЬ) ISBN 978- 5-98281-202-5. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/534685> (дата обращения: 16.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

### Дополнительная литература:

1. Поломошнова, И.Ю, Имескенова, Э.Г., Татарникова В.Ю. Экологические основы природопользования: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 100 с. – ISBN 978-5-8114-4233-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140759> (дата обращения: 14.02.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Дмитренко, В.П., Мессинева, Е.М., Фетисов, А.Г. Экологические основы природопользования: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-3401-5. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://c.lanbook.com/book/18626> (дата обращения: 14.02.2025). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Коваль, Ю. Н. Экологические основы природопользования. Практикум: учебное пособие. – Железногорск: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2020. – 56 с. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1201999> (дата обращения: 14.02.2025). – Режим доступа: по подписке.