

# ЭКОЛОГИЯ

Д.В. Виноградов, А.В. Щур, Н.Н. Казаченок,  
А. Ю. Скриган; Т.Н. Агеева,

Учебное пособие  
для студентов всех специальностей

Рязань, 2016



УДК 504+502.3

ББК 20.1

Э 40

Рекомендовано к опубликованию

Составители: доктор биол. наук, проф. Д.В. Виноградов, канд. с.-х. наук, доц. А.В. Щур, канд. биол. наук Н.Н. Казаченок, канд. геогр. наук, доц. А. Ю. Скриган; канд. вет. наук Т.Н. Агеева,

Рецензенты:

Учебное пособие предназначено для студентов всех специальностей дневной и заочной форм обучения и содержит курс лекций по дисциплине «Экология».

Пособие предназначено для преподавателей, студентов всех форм обучения и слушателей, обучающихся с использованием дистанционных образовательных технологий.

Учебное издание

Основы Экологии

Ответственный за выпуск

Технический редактор

Компьютерная верстка

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Печать трафаретная. Усл.-печ. л.. Уч.-изд. л.. Тираж экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение



## ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое учебное пособие является синтезом множества точек зрения авторов и данных, взятых из литературных источников, на основные понятия, проблемы и направления их решения в современной экологии. В предлагаемой книге нами были скомпилированы наиболее важные материалы по истории становления экологии как науки, основные законы и эмпирические зависимости взаимодействия живых систем. Рассмотрены современные взгляды на состояние и перспективы развития окружающей среды и коэволюции человечества и биосферы.

Пособие разделено на темы, соответствующие содержанию разделов типовых учебных программ для студентов, изучающих дисциплину «Основы экологии». Подобное разделение облегчает поиск и изучение представленного материала.

Представлен список тем рефератов для студентов, изучающих дисциплину и список использованной при подготовке пособия и рекомендуемой для самостоятельного изучения литературы.



## Тема 1 ВВЕДЕНИЕ в дисциплину

### СОДЕРЖАНИЕ РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕМЫ

1. Предмет, цели и задачи курса «Основы экологии».
2. История развития и становления экологии как науки.
3. Методы, применяемые в экологических исследованиях

1. Предмет, цели и задачи курса «Основы экологии».

Экология изучает закономерности взаимоотношений и взаимосвязей отдельных особей и их сообществ между собой и с неорганической природой.

Экология рассматривает в основном те стороны взаимодействия организмов со средой, которые определяют развитие, размножение и выживание особей, структуру и динамику популяций и сообществ, их роль в протекающих в экологических системах процессах. Специфическая **задача** экологии состоит в изучении живой природы на уровне экологических систем – сообществ растений, животных и микроорганизмов в их взаимосвязи друг с другом и с неорганической средой обитания. Сегодня экология перестала быть чисто естественной биологической наукой, это – комплексная социоприродная наука.

**Экология** – наука, использующая данные самых разных дисциплин, в том числе: биологии, географии, геологии, физики, химии, генетики, математики, астрономии и многих других.

Структура современной экологии приведена на рисунке 1.

Разделы теоретической экологии:

- аутэкология (экология организмов): рассматривает процессы существования отдельных особей, находящихся под действием факторов окружающей среды;
- демэкология (экология популяций): изучает популяции – группы, составленные из особей одного вида, и занимающие определенную территорию. При этом возникают проблемы изучения влияния внешних факторов и внутривидовых отношений на изменение состава и численности популяции;
- синэкология (экология сообществ): изучает системы, образуемые совместно обитающими на одной территории популяциями организмов различных видов. Популяции не могут существовать изолировано, они нуждаются в веществе, энергии, информации, пространстве и других ресурсах, без которых нет



жизни. Вследствие этого одна популяция вступает во взаимоотношения с другими популяциями, образуя определенное устойчивое единство, которое называют сообществом или биоценозом;

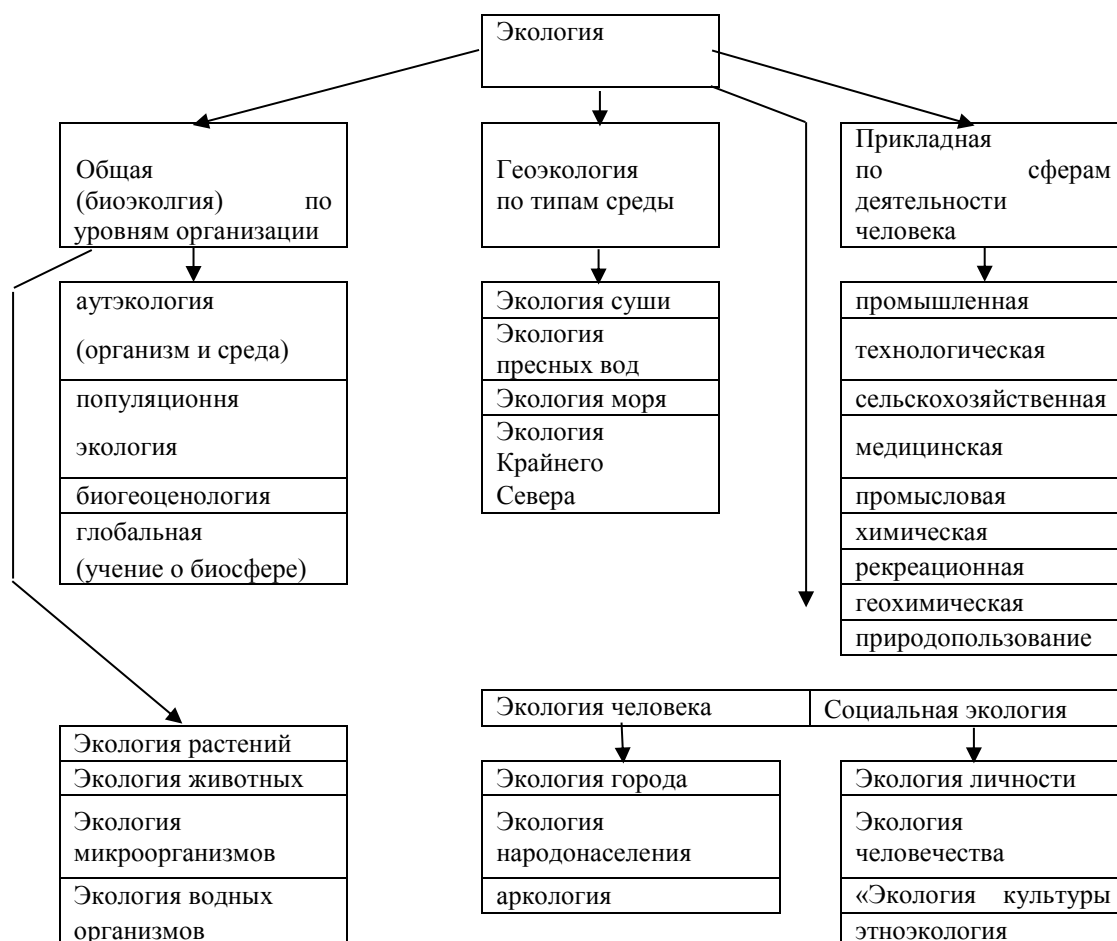


Рисунок 1 – Структура современной экологии

- биогеоценотическая (географическая) экология: изучает экологические системы, образованные сообществом живых организмов и занимаемым ими определенным жизненным пространством – биотопом. Экологические системы способны длительное время поддерживать вполне устойчивые формы взаимодействия между составляющими их элементами живой и неживой природы;
- биосферная (глобальная) экология: изучает биосферу Земли, то есть самую крупную, глобальную экосистему планеты, образованной совокупностью всех экосистем планеты, которые имеются в пределах трех геосфер (атмосферы, гидросферы и

литосферы). Живые организмы глобальной экосистемы составляют все разнообразие жизни на Земле.

Методы экологии:

- метод наблюдений и описания фактов, служащий для накопления и систематизации научной информации об окружающем мире;
- сравнительный метод, основанный на анализе сходства и различий изучаемых объектов, направленный на установление общих закономерностей их строения, свойств и существования;
- исторический метод, направленный на изучение хода развития исследуемых объектов и явлений;
- метод эксперимента, призванный путем направленного воздействия на изучаемые объекты вызвать и исследовать их изменение, и на основе полученных данных выявить их свойства и закономерности существования;
- метод моделирования, позволяющий описывать сложные природные явления относительно простыми моделями. Существуют реальные (натуральные, аналоговые) и идеальные (знаковые) модели.
- знаковые модели могут быть:
  - а) концептуальными (вербальными, графическими);
  - б) математическими (аналитическими, численными).

Именно на использовании моделей строятся все прикладные области экологии, в особенности социально-экономические методы, направленные на обоснование, выбор и принятие решений в экономике, технике, политике.

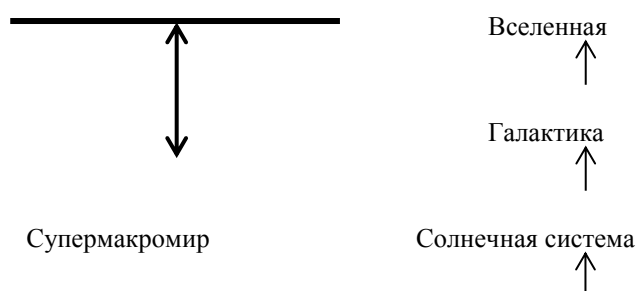
Уровни организации природных систем

Уровни организации природных систем изображены на рисунке 2.

Организменный уровень

Отдельная особь является элементарной единицей организменного уровня.

Организм может ограничиваться одной клеткой.



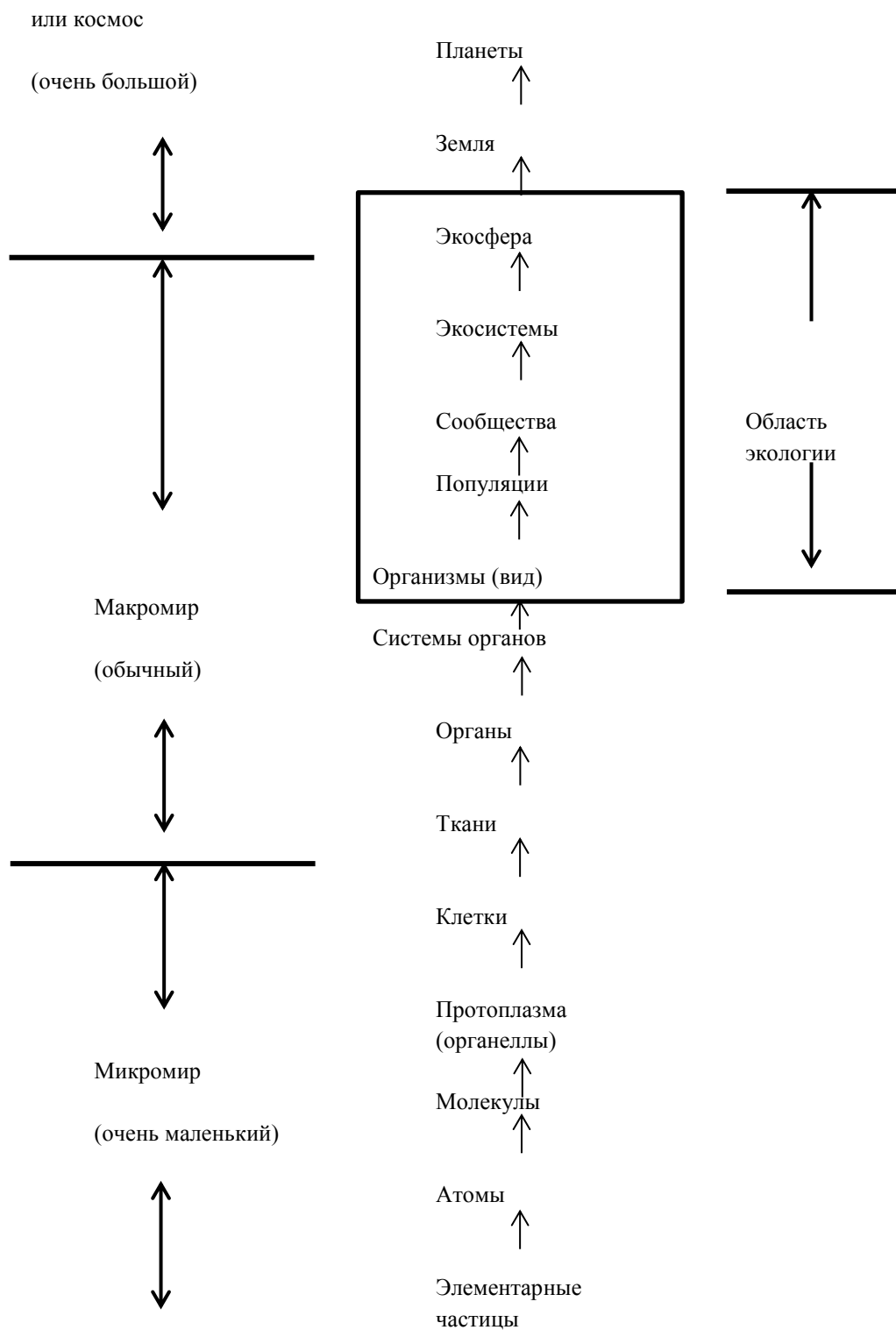


Рисунок 2 – Уровни организации природных систем

В организмах сложных многоклеточных существ различные клетки объединены в органы и системы органов, которые специализируются для выполнения различных функций (например, пищеварения, дыхания).

#### Популяционно-видовой уровень

Популяция – это совокупность организмов одного и того же вида, свободно скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство, обладающих единым генофондом и объединенная общим местом обитания.

На уровне популяции осуществляются элементарные эволюционные преобразования.

Вид – это совокупность всех популяций организмов, способных в силу своего биологического сходства давать жизнеспособное и плодовитое потомство.

#### Биогеоценотический уровень

Биогеоценоз – динамическая устойчивая совокупность организмов разных видов и различной сложности организации во всем многообразии их связей между собой и с факторами среды обитания, относительно обособленный от прочих биоценозов, но связанный с ними химически и биологически за счет миграции веществ и организмов.

#### Биосферный уровень

Биосфера есть совокупность всех биогеоценозов, она охватывает все явления жизни.

На биосферном уровне происходит глобальный круговорот веществ и превращение энергии.

## 2. История развития и становления экологии как науки

**Первый этап** – примитивные знания. Возникновение сельского хозяйства: были сделаны первые попытки одомашнивания диких животных. Человек заметил, что разные виды животных связаны с определенными условиями, их численность зависит от урожая семян и плодов. Севооборот сельскохозяйственных культур применяли в Египте, Китае и Индии 5 тысячелетий назад.

**Второй этап** – продолжение накопления фактического материала античными и средневековыми учеными. Например, Аристотель (384-322 лет до н.э.) в «Истории животных» описал более 500 видов животных, классифицируя их по образу жизни. Его ученик и преемник Теофраст (287-372 лет до н.э.) описал 500 видов растений. Теофраст сделал ботанику самостоятельной наукой, отделив ее от зоологии, впервые разделил покрытосеменные растения на жизненные формы: деревья, кустарники, полукустарники и травы. В средние века в Европе произошел откат человеческой мысли далеко назад, все приписывалось воле бога. Научные сведения, содержащиеся в единичных работах, имеют прикладной характер в описании целебных трав, культивируемых растений и животных, как-то: "Зеркало вещей" Венсенна де Бове (XIII век), "Поучение Владимира Мономаха"(XI), "О поучениях и сходствах вещей" доминиканского монаха



Иоанна Сиенского (XIV). К известным ученым этого периода относятся Разес (850—923) и Авиценна (980-1037).

**Третий этап** – описание и систематизация колоссального фактического материала после средневекового застоя – начался с великими географическими открытиями в эпоху Возрождения XIV-XVI веков и колонизацией новых стран.

Первые систематики:

- А. Цезальпин (1509-1603), Д. Рей (1623-1705), Ж. Турнефор (1656-1708) отмечали зависимость растений от условий среды и мест произрастания;
- Жорж Леклерк Бюффон (1707-1788) в «Естественной истории» писал о влиянии климата на животные организмы;
- Антон ван Левенгук, изобретший микроскоп, был первым в изучении трофических цепей и регуляции численности организмов;
- Жан Батист Ламарк (1744-1829) открыл эволюцию жизни. Ламарк был последователем К. Линнея и составил классификацию животных ("Философия зоологии"), отражающую происхождение – эволюцию животных, выбрав в качестве признаков внутреннее строение (отделил беспозвоночных от позвоночных) и строение нервной системы;
- Альфонс де Кандоль (1806-1895) в «Ботанической географии» описывал влияние абиотических факторов на растительные организмы;
- Петр Симон Паллас в работе «Зоогеография» описал образ жизни 151 млекопитающих и 426 видов птиц и его считают одним из основателей «экологии животных»;
- М.В. Ломоносов рассматривал влияние среды на организм. Он в работе «О слоях земных» (1763) писал, что «...напрасно многие думают, что все, что мы видим, сначала создано творцом...». Ломоносов конструировал условия их существования в прошлом и опроверг теорию катастроф Ж. Кювье;
- русский малоизвестный ученый А.А. Каверзнев издал в 1775 г. книгу «О перерождении животных», в которой с экологических позиций рассматривал вопрос об изменениях животных и сделал вывод об их едином происхождении.

**Четвертый этап** ознаменовал начало в становлении экологии. В начале XIX в. выделяются в самостоятельные отрасли: экология растений и экология животных. Основы биогеографии заложены Александром Гумбольдтом (1769-1859). В книге «Идеи географии растений» (1807) он ввел ряд научных понятий, которые используются экологами и сегодня (экобиоморфа растений, ассоциация видов, формация растительности и др.). В 1832 г. О. Декандоль обосновал необходимость выделения новой отрасли наук "Эпирреалогии". Он писал: "...Растения не выбирают условия среды, они их выдерживают или умирают. Каждый вид, живущий в определенной местности, при известных условиях представляет как бы физиологический опыт, демонстрирующий нам способ воздействия теплоты, света, влажности и столь разнообразных модификаций этих факторов..."

**Пятый этап** – становление эволюционной экологии. Профессор Московского университета Карл Францович Рулье (1814-1858) четко сформулировал мысль о том, что развитие органического мира обусловлено воздействием изменяющейся внешней среды: "...Ни одно органическое существо не живет само по себе; каждое вызывается к жизни и живет только постольку, поскольку находится во взаимодействии с относительно внешним для него миром. Это закон общения или двойственности жизненных начал, показывающий, что каждое существо получает возможность к жизни частью от себя, а частью из внешности...". Он ближе всех подошел к эволюционной теории Дарвина, но прожил всего 44 года... Его идеи развил ученик Н.А. Северцев (1827-1885), опубликовавший в 1855 г. работу «Периодические явления в жизни зверей, птиц и гадов Воронежской губернии».

Важнейшей вехой в развитии экологических представлений о природе явился выход знаменитой книги Чарльза Дарвина (1809-1882) о происхождении видов путем естественного отбора, жесткой конкуренции. Это великое открытие в биологии явилось мощным толчком для развития экологических идей.

Немецкий зоолог Эрнст Геккель (1834-1919) в 1866 г. предложил термин для новой науки – «экология».

В 1895 г. датский ученый Е. Варминг (1841-1924) ввел термин «экология» в ботанику для обозначения самостоятельной научной дисциплины – экологии растений.





Эрнст Геккель (1834-1919)

**Шестой этап.** Теория Ч. Дарвина дала большой толчок развитию *аутэкологического* направления – изучение естественной совокупности видов, непрерывно перестраивающихся применительно к изменению условий среды, со второй половины середины XIX и до середины XX века было господствующим.

В 1877 г. немецкий гидробиолог Карл Мебиус (1825-1908) на основе изучения устричных банок в Северном море разработал *учение о биоценозе*, как сообществе организмов, которые через среду обитания теснейшим образом связаны друг с другом.

Учение о растительных сообществах, благодаря С.И. Коржинскому (1861-1900) и И.К. Пачоскому (1864-1942) выделилось в *фитосоциологию*, или *фитоценологию*, позднее в *геоботанику*.

Исключительно велики заслуги В.В. Докучаева (1846-1903). Он создал учение о природных зонах и учение о *почве, как особом биокосном теле* (системе). Показал, что почва – это неотъемлемый компонент практически всех экосистем суши нашей планеты.

Ф. Клементс (1916 г) показал адаптивность биоценозов.

Тинеманн (1925 г) ввел понятие "продукция".

Ч. Элтон (1927 г.) выделил своеобразие биоценологических процессов, ввел понятие «*экологическая ниша*», сформулировал **правило экологических пирамид**.

К 30-м годам XX столетия были созданы разные классификации растительности на основе морфологических, эколого-морфологических и динамических характеристик фитоценозов (К. Раункиер – Дания, Г. Ди Рюе – Швеция, И. Браун-Бланке – Швейцария).

Изучались структура, продуктивность сообществ, получены представления об экологических индикаторах (В.В. Алехин, Б.А. Келлер, А.П. Шенников).

*В 1926 г. была опубликована книга В.И. Вернадского "Биосфера", в которой впервые показана планетарная роль биосферы, как совокупности всех видов живых организмов.*

Период синэкологических исследований (с 1936 г. до наших дней).

**Седьмой этап** отражает новый подход к исследованиям природных систем – в основу его положено изучение процессов материально-энергетического обмена, формирование общей экологии, как самостоятельной науки.

Г. Гаузе в начале 40-х годов прошлого столетия провозгласил **принцип конкурентного исключения**, указав на важность трофических связей, как основного пути для потоков энергии через природные системы. Вслед за Гаузе, в 1935 г. английский ботаник Артур Тенсли ввел понятие **экосистемы**.

В общей экологии с этого времени четко выделились два направления – **аутэкология и синэкология** (от греч. приставки «син», означающей «вместе»), или **биоценологии**, исследующей взаимоотношения популяций, сообществ и экосистем со средой.

Термин **«синэкология»** был предложен швейцарским ботаником Шретером в 1902 году. На 3 Международном ботаническом конгрессе в Брюсселе в 1910 году ботаники наряду с другими вопросами обсуждали программу экологических исследований. Был поставлен вопрос о разделении экологии на два раздела: экологию особей и экологию сообществ. Почти одновременно с А.Тенсли, В.Н. Сукачев в 1942 г., следуя Г.Ф. Морозову, разработал систему понятий о лесном биогеоценозе, как о природной системе, однородной по всем параметрам. Р. Линдеманом были изложены основные методы расчета энергетического баланса экологических систем.

**Восьмой этап.** В современной биосфере одним из наиболее значимых факторов, определяющих ее состояние, стала деятельность человека. Возникающие в связи с этим проблемы выходят за рамки экологии как биологической науки, приобретают направленный социальный и политический характер.

Крупный российский ученый-теоретик, наш современник Н.Ф. Реймерс (1931-1993) общую экологию представил, как вершину естествознания – **мегаэкологию**, вокруг которой концентрируются другие научные дисциплины, связанные с актуальными проблемами цивилизации и угрозой экологического кризиса.

Другой российский ученый – Н.Н. Моисеев (1917-2000), специалист в области системного анализа, моделирования и прогнозирования считает, что дальнейшее развитие цивилизации должно происходить через

**коэволюцию** (совместную эволюцию) человеческого общества и биосферы – к **ноосфере**.

Экология тесно связана с другими науками (рисунок 3).

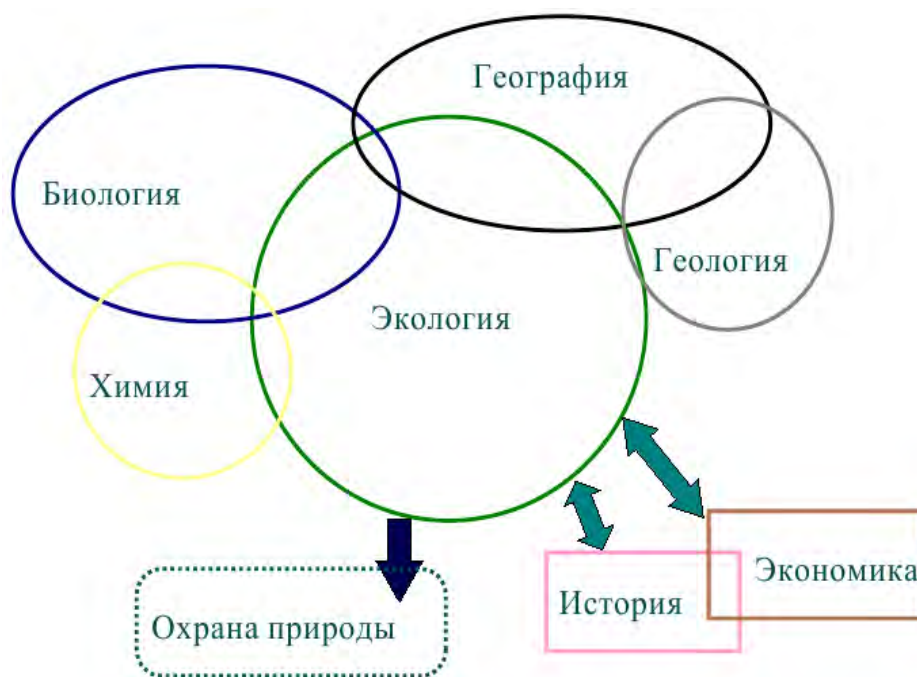


Рисунок 3 – Экология и другие науки

Вопросы:

1. Какие разделы экологии развиваются в настоящее время? Что является объектом изучения этих разделов?
2. Какие методы используются в экологических исследованиях? Предложите примеры использования различных методов.
3. Природные системы каких уровней Вы знаете? Приведите примеры экосистем различных уровней.
4. С какими принципиально новыми разработками связаны этапы развития экологии?
5. Какую роль сыграли в развитии экологии Российские ученые?

## Тема 2 «Биосфера»

### СОДЕРЖАНИЕ РАССМАТРИВАЕМОЙ ТЕМЫ

1. Возникновение жизни на земле
2. Биосфера, структура и границы биосферы. Учение В.И. Вернадского о биосфере.
3. Живое вещество.
4. Характерные особенности живого.
5. Функции живого вещества.
6. Фотосинтез.
7. Биогеохимические циклы.
8. Природные и техногенные биогеохимические аномалии
9. Биосфера и человек: ноосфера – область взаимодействия человека и биосферы.

#### 1. Возникновение жизни на земле

Общая схема эволюции жизни на Земле представлена на рисунке 1.

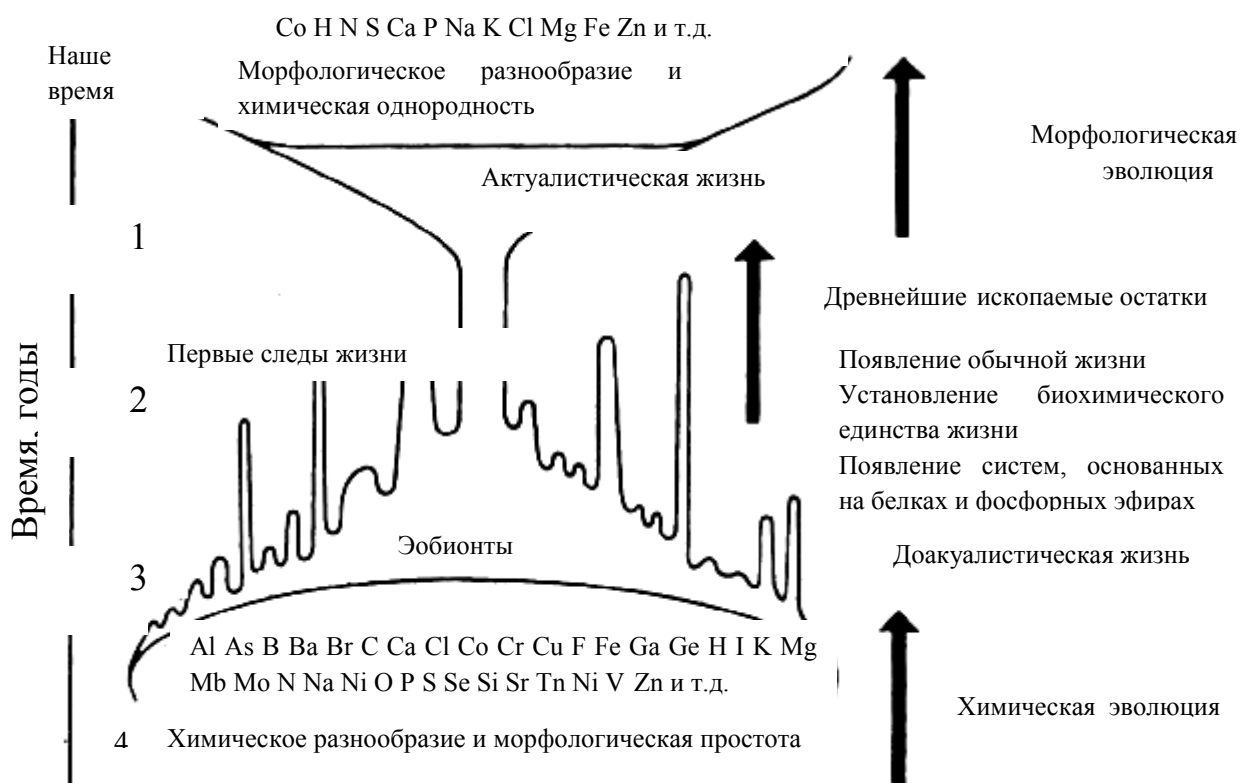


Рисунок 1 – Общая схема эволюции жизни на Земле

Современная геологическая наука делит историю Земли на шесть крупных эр:



- догеологическую, продолжавшуюся 2,5 млрд. лет,
- катархейскую (древнейшую) – 2 млрд. лет,
- протерозойскую (первичной жизни) – 1,3 млрд. лет,
- палеозойскую (древней жизни) – 450 млн. лет,
- мезозойскую (средней жизни) – 170 млн. лет и
- кайнозойскую (новой жизни) – 70 млн. лет.

В поздний период догеологической эры постоянно происходило излияние горячей лавы из недр и землетрясения в результате интенсивной вулканической деятельности. Мощный слой облаков закрывал солнечный свет, пневмоатмосфера была пропитана пылью. *Примерно 4,5 млрд. лет назад из пневмоатмосферы стали выпадать жидкие осадки, которые быстро испарялись, но перед этим коренным образом изменяли рельеф твердой поверхности Земли.*

Около 3,8 млрд. лет назад закончились процессы формирования первичной земной коры, состоящей из базальтов, океанов и морей, атмосферы. Первичная атмосфера включала водород, аммиак, водяные пары, метан и диоксид углерода, и обладала восстановительным характером, то есть принципиально отличалась от современной атмосферы, присутствие в которой свободного кислорода определяет ее окислительный характер.

Древнейшие жизненные формы были подобны современным вирусам, то есть самым простым из существующих сейчас жизненных форм. Процессы их жизнедеятельности происходили за счет тепла, выделяемого из недр Земли, радиоактивности, а также солнечного и космического излучений. Значительно позднее появились бактерии и сине-зеленые водоросли, способные жить в условиях дефицита кислорода и жесткого излучения Солнца, достигавшего в ту пору поверхности земли и океана. Некоторые из этих первичных простейших одноклеточных организмов оказались способны в процессе жизнедеятельности выделять в окружающую среду *кислород*.

В результате их размножения и жизнедеятельности около 2 млрд. лет назад содержание кислорода в атмосфере Земли увеличилось до **0,2 %**. Это соответствует *первой точке Пастера*, связанной с аэробной жизнью, то есть с живыми организмами, нуждающимися в кислороде. В отложениях того времени встречаются колонии одноклеточных и нитчатых форм водорослей. Около 1,4 млрд. лет назад появились первые *эукариоты* (организмы, содержащие в клетке ядро); все предшествующие формы жизни не имели обособленного ядра в своих клетках. В результате появления эукариот началось бурное развитие водных организмов. На дне мелководных морей начали появляться черви, кораллы, губки, иглокожие, морские звезды, моллюски, медузы.



В девонском периоде палеозойской эры появились предки плаунов, примитивные папоротники и хвощи (травянистые и голосеменные растения), а в конце девона возникли первые представители древесных пород.

Около 1 млрд. лет назад в результате развития и размножения разнообразных растительных организмов содержание кислорода в атмосфере увеличилось до **10%** от современного – *вторая точка Пастера*.

Это привело к формированию озонового слоя в атмосфере – области, в которой двухатомные молекулы кислорода разрушаются жестким ультрафиолетовым излучением Солнца, а из образовавшихся свободных атомов О и двухатомных молекул О<sub>2</sub> образуются трехатомные молекулы озона О<sub>3</sub>. Озон, в свою очередь, разрушается под действием менее жестких ультрафиолетовых лучей, снова образуя атомы и молекулы кислорода. Этот циклический процесс задерживает в относительно удаленных от поверхности земли слоях атмосферы опасное для живых организмов жесткое солнечное излучение, что дает возможность жизни существовать среди мелководья и выйти на сушу.

Просветление атмосферы и ее азотно-кислородный состав в ранний и средний период мезозоя обусловили эволюционный взрыв в развитии земной жизни: появление рыб, рептилий и птиц.

Покрытосеменные растения, появившиеся позднее, в мезозойской эре, требовали значительного содержания кислорода в атмосфере, наличия в ней озонового слоя и достаточной солнечной радиации.

Около 800 млн. лет до нашей эры – это возраст наиболее древних из достоверно датированных останков животных. Около 410 млн. лет назад появились первые и наиболее успешные сосудистые наземные растения (прародители современных лесов). В позднем мезозое (в меловом периоде) зародились млекопитающие.

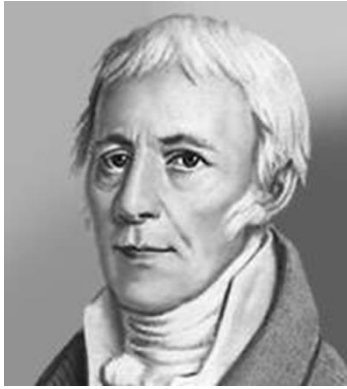
## 2. Биосфера, структура и границы биосферы. Учение В.И. Вернадского о биосфере

Биосфера – оболочка Земли, состав, структура и свойства которой в той или иной степени определяются настоящей или прошлой деятельностью живых организмов.

Термин «Биосфера» впервые ввел в науку французский натуралист **Ж.-Б. Ламарк в 1803** году, понимая под биосферой всю совокупность живых организмов планеты.







Жан-Батист Ламарк

Учение о биосфере было создано русским геохимиком **В. И. Вернадским** в 20 – 30 годах XX в. В его основу было положено представление о планетарной биогеохимической функции живого вещества и о сложной организованности биосферы.



В.И. Вернадский

Состав и строение биосферы приведены на рисунке 2.

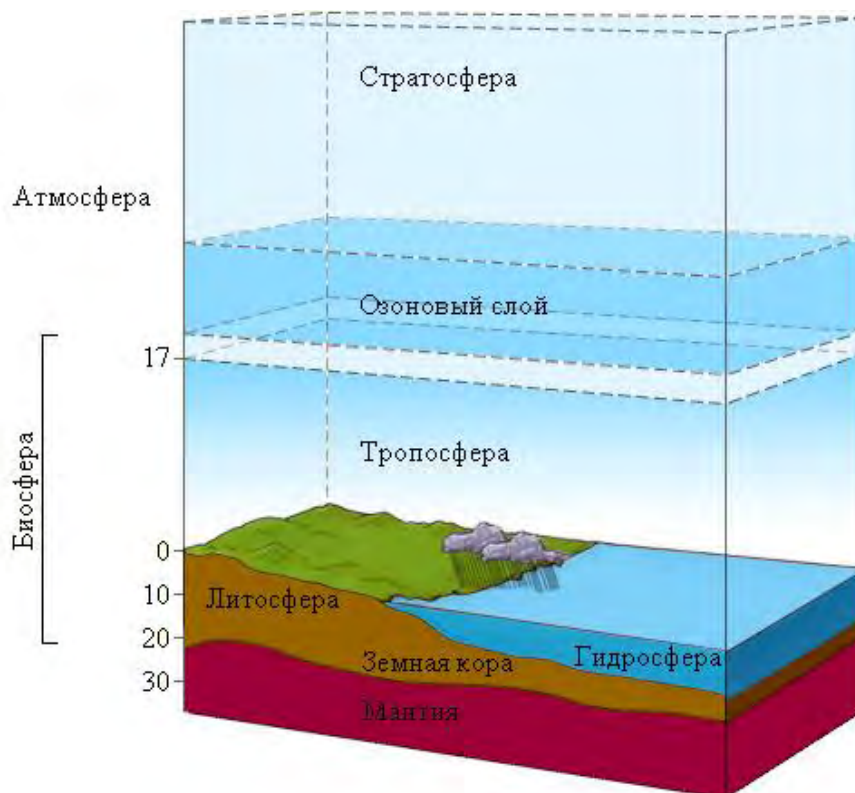


Рисунок 2 – Состав и строение биосферы

Схематичное изображение атмосферы приведено на рисунке 3, литосферы – на рисунке 4.

Все живые существа тесно связаны между собой и с окружающей средой, образуя **экосистемы** — сообщества взаимодействующих организмов. Экосистемой является и лишайник, прилепившийся к стволу дерева, и обширная степь, и океанический шельф.

Экосистемы, конечно же, не изолированы друг от друга: существа различных биоценозов вступают между собой в определенные взаимоотношения, прежде всего пищевые, экосистемы обмениваются веществом и энергией. В тесной взаимосвязи они образуют единую планетарную экосистему — **биосферу**.



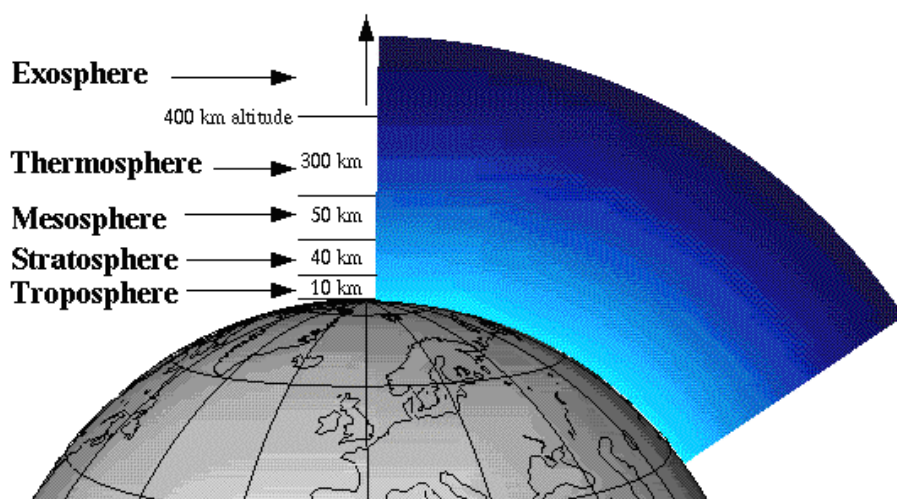


Рисунок 3 – Атмосфера

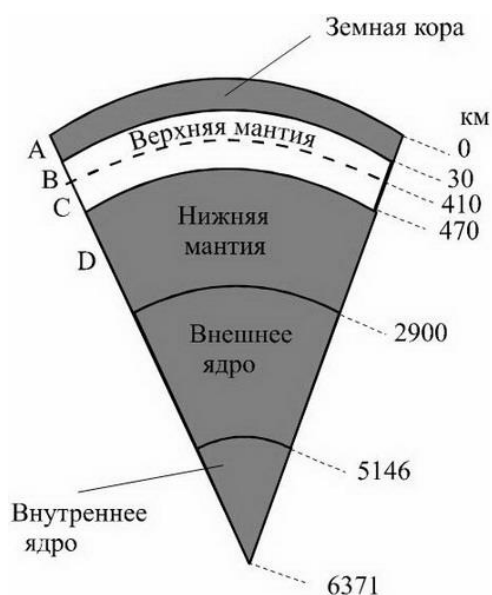


Рисунок 4 – Литосфера

Границы биосферы:

- **верхняя граница** (ограничена озоновым слоем);
- **нижняя граница** (ограничена температурой земли – точка денатурации белков термофилов).

Устойчивость биосферы

Биосфера способна возвращаться в исходное состояние, гасить возникающие возмущения, создаваемые внешними и внутренними воздействиями, включением определенных механизмов. Гомеостатические механизмы биосферы связаны в основном с живым веществом, его свойствами и функциями. Биосфера за свою историю пережила ряд таких

возмущений, многие из которых были значительными по масштабам (извержения вулканов, встречи с астероидами, землетрясения и т.п.).

К факторам устойчивости биосферы относят:

- круговорот веществ;
- видовое разнообразие;
- передача энергии;
- эволюция видов;
- стабильная численность популяций.

Гомеостатические механизмы биосферы подчинены принципу Ле Шателье-Брауна: при действии на систему сил, выводящих ее из состояния устойчивого равновесия, последнее смещается в том направлении, при котором эффект этого воздействия ослабляется.



Рисунок 5 – Основные составляющие биосферы

### Живое вещество в биосфере

Весь облик Земли, все ее ландшафты, атмосфера, химический состав вод, толща осадочных пород обязаны своим происхождением живому веществу. Живое вещество включает в себя все организмы, живущие на нашей планете. Жизнь – это связующее звено между космосом и Землей, которое, используя энергию, приходящую из космоса, трансформирует косное вещество, создает новые формы материального мира. Так, живые организмы создали почву, наполнили атмосферу кислородом, оставили после себя километровые толщи осадочных пород и топливные богатства недр, многократно пропустили через себя весь объем Мирового океана.

Наибольшая концентрация жизни сосредоточена до глубины 200 м, в так называемой *эвфотической зоне*, куда проникает солнечный свет и возможен фотосинтез. Именно здесь сконцентрированы все фотосинтезирующие растения и продуцируется первичная биологическая продукция. Глубже начинается *дисфотическая зона*, где царит темнота и отсутствуют фотосинтезирующие растения, но активно перемещаются представители животного мира, непрерывным потоком опускаются на дно отмершие растения и останки животных. При этом общая масса живых организмов на нашей планете составляет  $2,43 \cdot 10^{12}$  тонн. Биомасса суши включает в себя: растения - 9,2%, животные и микроорганизмы – 0,8%. В океане распределение биомассы имеет следующее распределение: растения – 6,3%, животные и микроорганизмы – 93,7%.

**Основными свойствами живого вещества**, совокупно отличающими его от остальной (неживой) природы считают следующие его свойства:

1. *Обмен веществом, энергией и информацией с окружающей средой.* Живое вещество существует только в потоке непрерывного обмена веществ, энергии и информации с окружающей средой.

Основу обмена веществ составляют процессы ассимиляции (поглощения и синтеза) и диссимиляции (выделения).

В качестве источников энергии для живого вещества служат солнечная и/или тепловая радиация, а также энергия химических связей в веществах, поступающих с пищей.

Обмен информацией – это передача от одного живого объекта к другому различных сведений или иных воздействий, которые влияют на их жизнедеятельность, включая передачу наследственной информации при размножении.

Организмы также получают информацию второго рода, происходящую из окружающей среды: звуки, запахи, зрительные образы, изменение температуры, освещенность и т.д.

2. Единство химического состава.

Живое вещество (биомасса) состоит на 98,8% из макроэлементов – «воздушных мигрантов», в основном входящих в состав атмосферы: кислород – 70, углерод – 18, водород – 10,5, азот – 0,3 %.

Порядка 1,2% приходится на макроэлементы – «водные мигранты»: кальций – 0,5, калий – 0,3, кремний – 0,2, магний – 0,04, фосфор – 0,07, сера – 0,05, натрий – 0,02, хлор – 0,02, железо – 0,01%.

Все остальные химические элементы – микроэлементы – составляют обычно лишь 0,01% массы организма.



Состав большинства организмов, обитающих на Земле, практически одинаков – за исключением отдельных особенностей, характерных для некоторых биологических видов.

Обмен веществ обеспечивает относительное постоянство химического состава всех частей организма. При этом вредное для одной части живого организма вещество не может быть безразлично для другой его части.

### 3. Киральная чистота.

Киральность – способность вещества поляризовать свет, проходящий через него, в одну из сторон (правую или левую).

Согласно **закону киральной чистоты Пастера**, живое вещество состоит из кирально чистых структур.

Например, сахара, нуклеиновые кислоты и другие вещества, производимые живыми организмами, поляризуют свет только вправо.

### 4. Самовоспроизведение.

Процесс самовоспроизведения тесно связан с явлением наследственности: любое живое существо рождает себе подобных, передавая им информацию о строении своего организма.

В основе живого лежит образование новых молекул и структур, которое обусловлено информацией, заложенной в ДНК и РНК, содержащихся в каждой клетке живого организма.

Однако иногда особенности родителей передаются потомству с повреждениями – мутациями, происходящими по различным причинам.

### 5. Изменчивость.

Изменения в наследственной информации часто наследуются следующими поколениями потомков, приводя к возникновению их более или менее существенных различий с предками.

Согласно Ч. Дарвину, изменчивость, наследственность и естественный отбор – главные факторы процесса эволюции. Они приводят к появлению новых форм жизни, новых видов живых организмов.

При появлении каждого варианта новых условий окружающей среды жизнь к ним приспособляется, но обычно после ряда проб и ошибок, отсеивающих неудачные формы жизни.

### 6. Способность к росту и развитию.

Развитие живой формы материи в целом представлено как индивидуальным, так и историческим развитием.

На стадии индивидуального развития постепенно и последовательно проявляются все свойства единого организма.

Историческое развитие сопровождается образованием новых видов и прогрессивным усложнением жизни.





## 7. Саморегуляция.

Для нормального функционирования живого организма в меняющихся условиях окружающей среды необходима саморегуляция различных процессов, поддержание постоянства внутренней среды – гомеостаза.

В основе саморегуляции лежит принцип обратной связи, запускающей механизмы адаптации организма в ответ на изменения параметров окружающей среды.

## 8. Раздражимость.

Благодаря этому свойству организмы способны избирательно реагировать на условия окружающей среды.

Реакции многоклеточных животных на раздражение осуществляются с помощью нервной системы.

Сочетания «раздражитель – реакция» могут накапливаться в виде опыта, закрепляться в форме условных рефлексов у организмов, обладающих достаточно развитой нервной деятельностью.

## 9. Дискретность.

Любая живая система состоит из отдельных, но, тем не менее, взаимодействующих частей, которые образуют структурно-функциональное единство.

Каждый организм представляет собой непрерывно функционирующую систему химических веществ, внутриклеточных структур, а у многоклеточных видов – еще и систем клеток, тканей и органов.

## 10. Иерархичность.

Жизнедеятельность биологических систем на менее сложном уровне (например, на уровне отдельных клеток) является предпосылкой осуществления свойств живого на более высоком уровне (например, свойств тканей организма или всего организма в целом).

Функции живого вещества:

1. *Энергетическая (биохимическая)* — связывание и запасание солнечной энергии в органическом веществе, и последующее рассеяние энергии при потреблении и минерализации органического вещества. Эта функция связана с питанием, дыханием, размножением и другими процессами жизнедеятельности организмов.

2. *Газовая* — способность изменять и поддерживать определенный газовый состав среды обитания и атмосферы в целом.

3. *Концентрационная* — «захват» из окружающей среды живыми организмами и накопление в них атомов биогенных химических элементов.



Концентрационная способность живого вещества повышает содержание атомов химических элементов в организмах по сравнению с окружающей средой на несколько порядков.

Содержание углерода в растениях в 200 раз, а азота в 30 раз превышает их уровень в земной коре.

Содержание марганца в некоторых бактериях может быть в миллионы раз больше, чем в окружающей среде.

Результат концентрационной деятельности живого вещества — образование залежей горючих ископаемых, известняков, рудных месторождений и т.п.

4. *Окислительно-восстановительная* — окисление и восстановление различных веществ с помощью живых организмов. Под влиянием живых организмов происходит интенсивная миграция атомов элементов с переменной валентностью (Fe, Mn, S, P, N и др.), создаются их новые соединения, происходит отложение сульфидов и минеральной серы, образование сероводорода и т.п.

5. *Деструктивная* — разрушение организмами, как остатков органического вещества, так и косных веществ. Наиболее существенную роль в этом отношении выполняют редуценты (деструкторы) — сапротрофные грибы и бактерии.

6. *Транспортная* — перенос вещества и энергии в результате активной формы движения организмов. Такой перенос может осуществляться на огромные расстояния, например, при миграциях и кочевках животных. С транспортной функцией в значительной мере связана концентрационная роль сообществ организмов, например, в местах их скопления (птичьи базары и другие колониальные поселения).

7. *Средообразующая* — преобразование физико-химических параметров среды. Эта функция является в значительной мере интегральной — представляет собой результат совместного действия других функций. Она имеет разные масштабы проявления. Результатом средообразующей функции является и вся биосфера, и почва как одна из сред обитания, и более локальные структуры.

8. *Рассеивающая* — функция противоположная концентрационной — рассеивание веществ в окружающей среде. Она проявляется через трофическую и транспортную деятельность организмов. Например, рассеивание вещества при выделении организмами экскрементов, смене покровов и т.п. Железо гемоглобина крови рассеивается кровососущими насекомыми.



9. *Информационная* — накопление живыми организмами определенной информации, закрепление ее в наследственных структурах и передача последующим поколениям. Это одно из проявлений адаптационных механизмов.

10. *Биогеохимическая деятельность человека* — превращение и перемещение веществ биосферы в результате человеческой деятельности для хозяйственных и бытовых нужд человека. Например, использование концентраторов углерода — нефти, угля, газа и др.

**Фотосинтез** (от др.-греч. φῶς — свет и σύνθεσις — соединение, складывание, связывание, синтез) — процесс образования органических веществ из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов (хлорофилл у растений, бактериохлорофилл и бактериородопсин у бактерий).

В современной физиологии растений под фотосинтезом чаще понимается фотоавтотрофная функция — совокупность процессов поглощения, превращения и использования энергии квантов света в различных эндэргонических реакциях, в том числе превращения углекислого газа в органические вещества.

Фотосинтез растений осуществляется в хлоропластах: обособленных двухмембранных органеллах клетки. Хлоропласты могут быть в клетках плодов, стеблей, однако основным органом фотосинтеза, анатомически приспособленным к его ведению, является лист. В листе наиболее богата хлоропластами ткань палисадной паренхимы. У некоторых суккулентов с вырожденными листьями (например, кактусы) основная фотосинтетическая активность связана со стеблем.

Свет для фотосинтеза захватывается более полно благодаря плоской форме листа, обеспечивающей большое отношение поверхности к объёму. Вода доставляется из корня по развитой сети сосудов ( жилок листа). Углекислый газ поступает отчасти посредством диффузии через кутикулу и эпидермис, однако большая его часть диффундирует в лист через устьица и по листу по межклеточному пространству. Растения, осуществляющие C<sub>4</sub> и САМ фотосинтез, сформировали особые механизмы для активной ассимиляции углекислого газа.

Внутреннее пространство хлоропласта заполнено бесцветным содержимым (стромой) и пронизано мембранами (ламеллами), которые соединяясь друг с другом образуют тилакоиды, которые в свою очередь группируются в стопки, называемые граны. Внутритилакоидное пространство отделено и не сообщается с остальной стромой, предполагается также что внутреннее пространство всех тилакоидов сообщается между



собой. Световые стадии фотосинтеза приурочены к мембранам, автотрофная фиксация CO<sub>2</sub> происходит в строме.

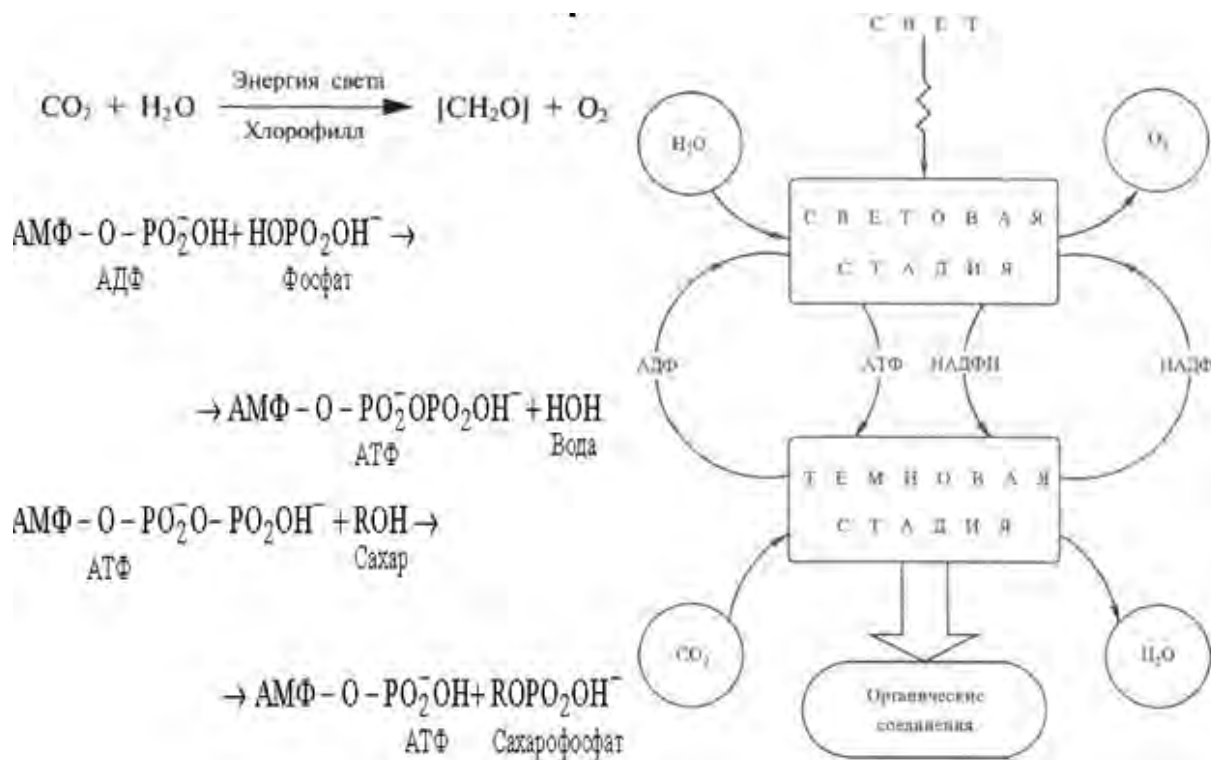


Рисунок 6 – Химизм фотосинтеза

В хлоропластах имеются свои ДНК, РНК, рибосомы (70s типа), идёт синтез белка (хотя этот процесс и контролируется из ядра). Они не синтезируются вновь, а образуются путём деления предшествующих. Всё это позволило считать их предшественниками свободных цианобактерий, вошедших в состав эукариотической клетки в процессе симбиогенеза.

Цианобактерии, таким образом, как бы сами являются хлоропластом и в их клетке фотосинтетический аппарат не вынесен в особую органеллу. Их тилакоиды, однако, не образуют стопок, а формируют различные складчатые структуры (у единственной цианобактерии *Gloeobacter violaceus* тилакоиды отсутствуют вовсе, а весь фотосинтетический аппарат находится в цитоплазматической мембране, не образующей впячиваний). У них и растений также есть различия в светособирающем комплексе (см. ниже) и пигментном составе.

### Значение фотосинтеза

Фотосинтез является основным источником биологической энергии, фотосинтезирующие автотрофы используют её для синтеза органических веществ из неорганических, гетеротрофы существуют за счёт энергии, запасённой автотрофами в виде химических связей, высвобождая её в



процессах дыхания и брожения. Энергия, получаемая человечеством при сжигании ископаемого топлива (уголь, нефть, природный газ, торф), также является запасённой в процессе фотосинтеза.

Фотосинтез является главным входом неорганического углерода в биологический цикл. Весь свободный кислород атмосферы — биогенного происхождения и является побочным продуктом фотосинтеза. Формирование окислительной атмосферы (кислородная катастрофа) полностью изменило состояние земной поверхности, сделало возможным появление дыхания, а в дальнейшем, после образования озонового слоя, позволило жизни выйти на сушу.

#### Фотосинтез и биосфера

Автотрофные растения Мирового океана (занимающего площадь около 360 млн. км<sup>2</sup>) по приблизительным подсчетам способны ежегодно превращать в органическое вещество 20-155 млрд. т углерода. При этом они используют всего 0,11% падающей на поверхность Земли солнечной энергии. Наземные растения (растущие на площади около 150 млн. км<sup>2</sup>) ежегодно фиксируют 16-24 млрд. т углерода. В результате фотосинтеза на земном шаре ежегодно образуется более 150 млрд. т углеводов.

Фотосинтез — единственный процесс, восполняющий убыль молекулярного кислорода из атмосферы в результате дыхания, горения и производственной деятельности человека. Ежегодная биопродукция O<sub>2</sub> составляет около 100 млрд. т.

Увеличивающееся с каждым годом промышленное потребление O<sub>2</sub> достигает почти 5% от его биологической продукции. Ежегодный дефицит кислорода составляет почти 10 млрд. т. Одновременно регистрируется прирост CO<sub>2</sub>, ежегодно составляющий до 1,5% от содержания его в атмосфере. Однако некоторые исследователи считают, что при повышении CO<sub>2</sub> в атмосфере скорость фотосинтеза увеличивается, что устраняет избыточное накопление углекислоты и восполняет убыль кислорода в атмосфере.

Основные аспекты космической и планетарной роли зеленых растений: накопление органической массы; обеспечение постоянства содержания кислорода и CO<sub>2</sub> в атмосфере; предохранение поверхности Земли от парникового эффекта; образование озонового экрана в верхних слоях атмосферы.

## БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ В БИОСФЕРЕ

### Химические элементы в биосфере



Кларк – среднее содержание (%) химического элемента в земной коре или ее части. Понятие получило название в честь Ф. У. Кларка.



Фрэнк У. Кларк (1847–1931)

По распространенности в биосфере выделяют несколько групп элементов:

**ЭЛЕМЕНТЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО НАКОПЛЕНИЯ:**

- энергичного (P, C, Cl, Br, I);
- сильного (Ca, Na, K, Mg, Sr, Zn, B, Se).

**ЭЛЕМЕНТЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАХВАТА:**

- среднего (Mn, F, Ba, Ni, Cu, Ga, Co, Pb, Sn, As, Mo, Hg, Ag, Ra);
- слабого и очень слабого (Si, Al, Fe, Ti, Zr, Rb и др.)

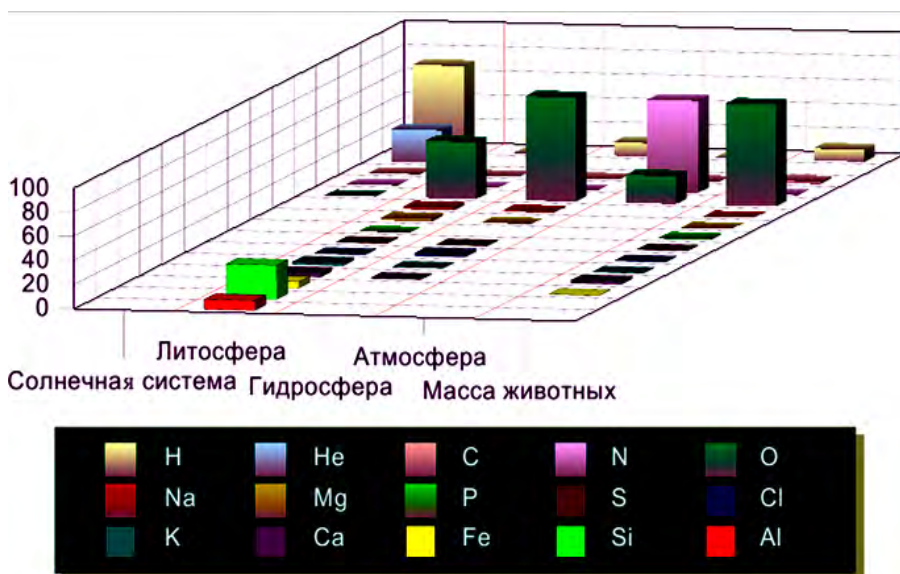


Рисунок 7 – Содержание химических элементов в различных средах (весовые проценты)



**Кларк концентрации** – отношение содержания данного элемента в конкретном природном объекте к кларку литосферы (по Вернадскому).



Рисунок 8 – Кларки 20 основных элементов (земная кора)

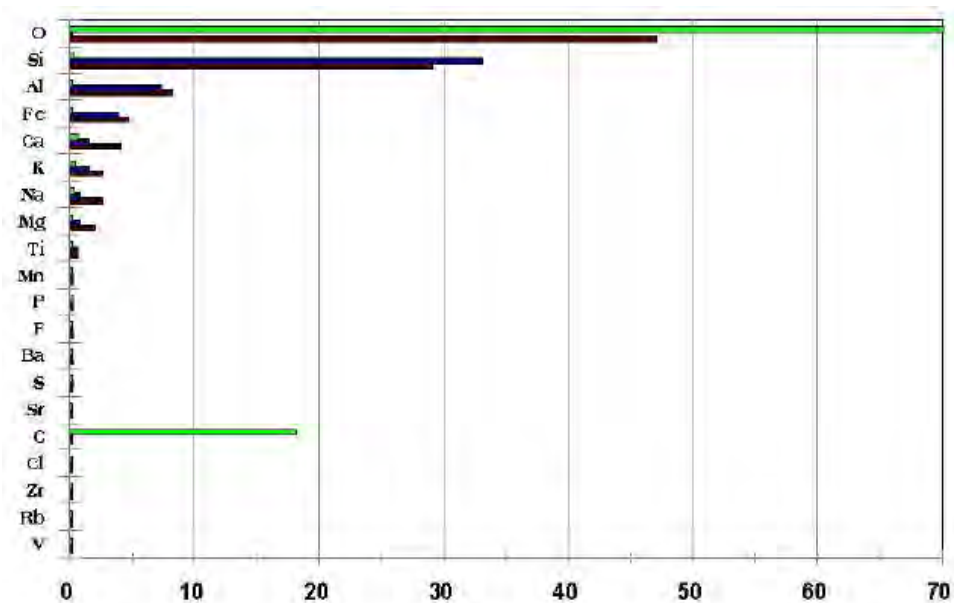


Рисунок 9 – Кларки 20 основных элементов (земная кора, почвы и живое вещество)



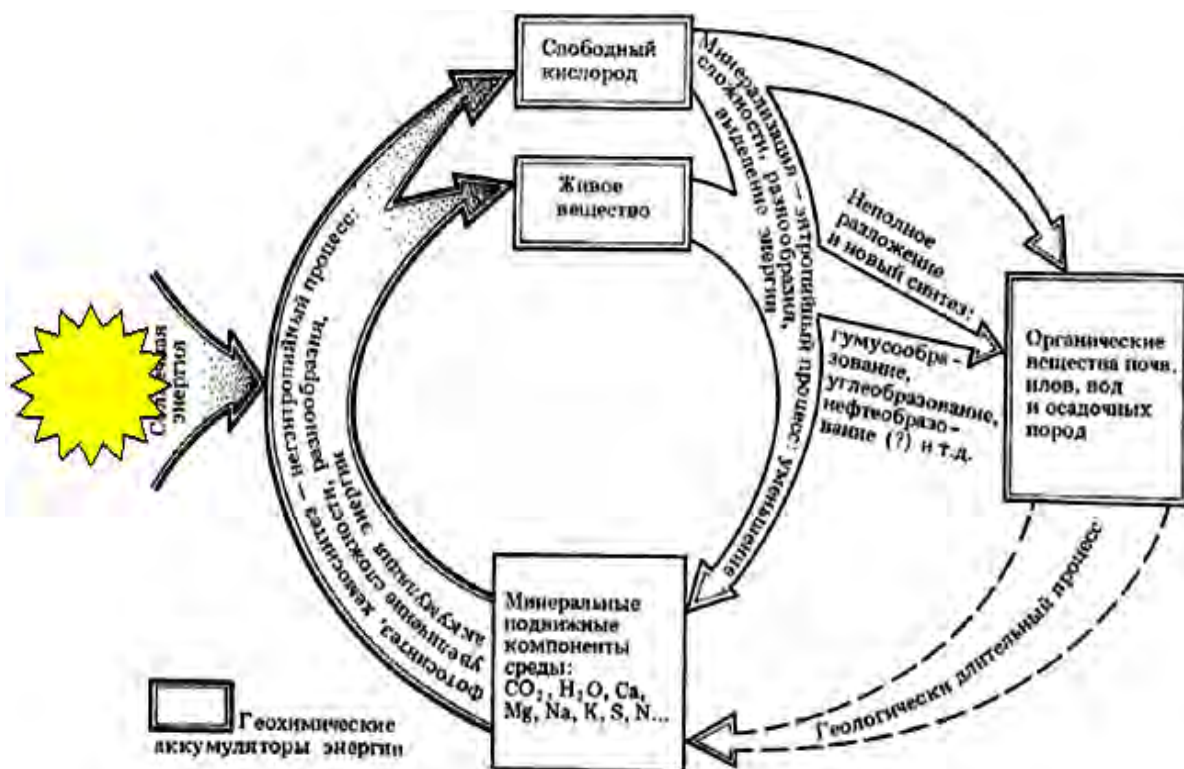


Рисунок 10 – Биологический (биотический) кругооборот: процессы аккумуляции и минерализации

В биогеохимических круговоротах следует различать две части:

- 1) резервный фонд — это часть вещества, не связанная с живыми организмами;
- 2) обменный фонд — значительно меньшая часть вещества, которая связана прямым обменом между организмами и их непосредственным окружением.

В зависимости от расположения резервного фонда биогеохимические круговороты можно разделить на два типа:

- 1) круговороты газового типа с резервным фондом веществ в атмосфере и гидросфере (круговороты углерода, кислорода, азота).
- 2) круговороты осадочного типа с резервным фондом в земной коре (круговороты фосфора, кальция, железа и др.).





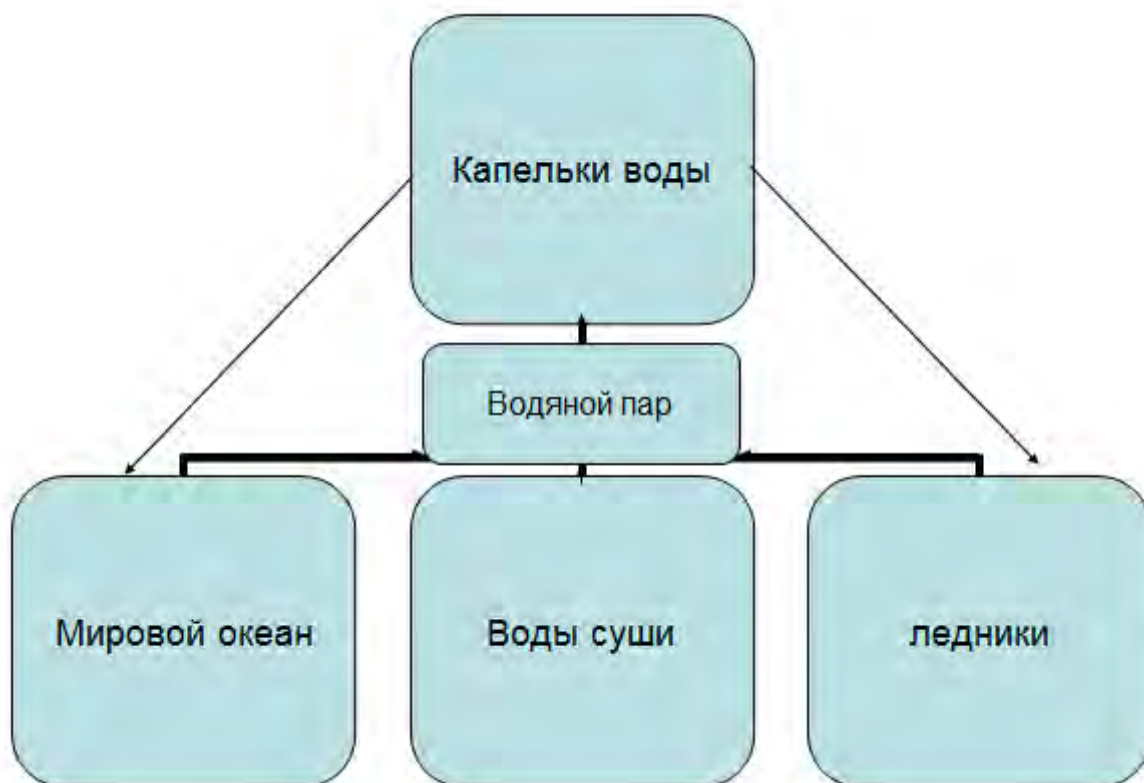


Рисунок 13 – Круговорот воды



Рисунок 14 – Круговорот кислорода





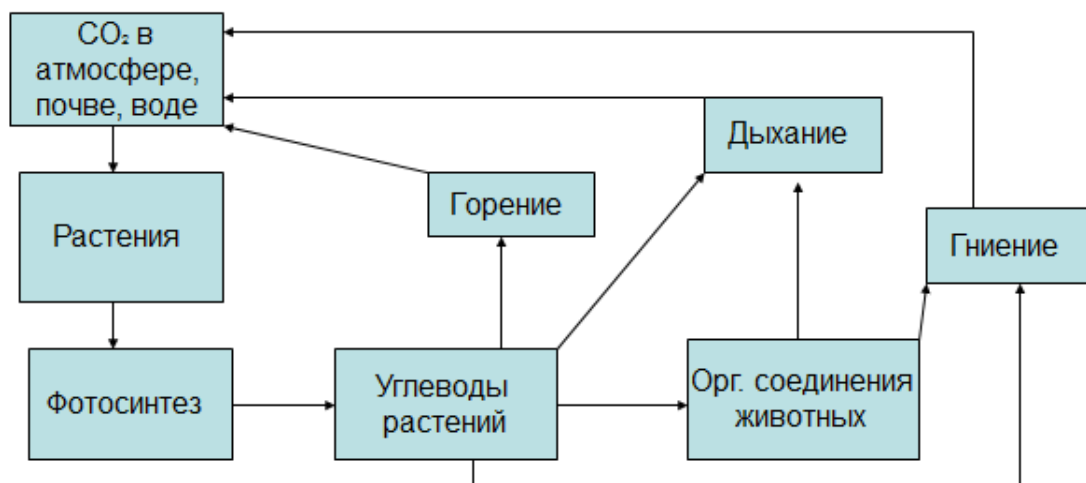


Рисунок 15 – Круговорот углерода

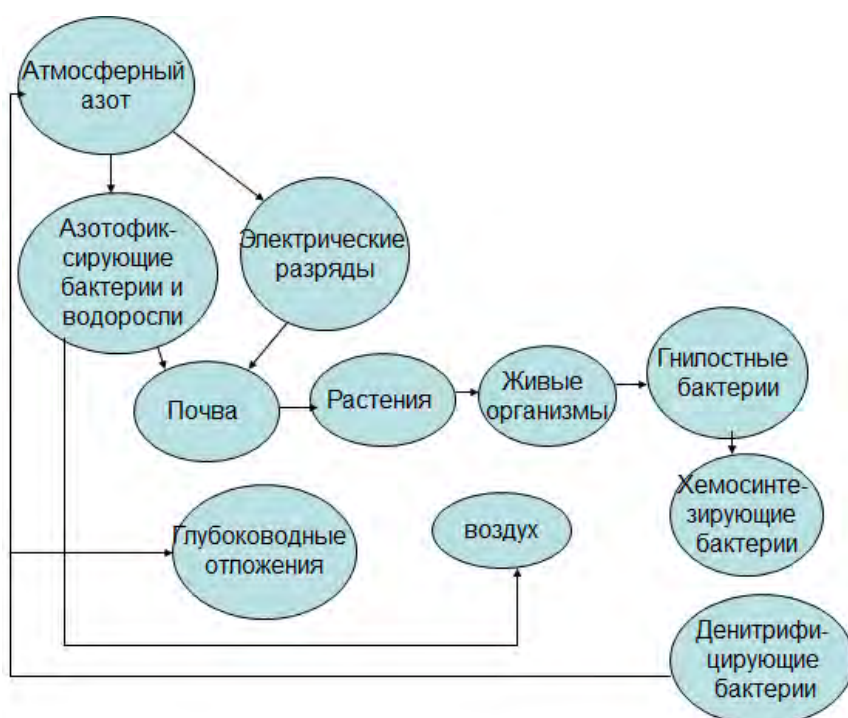


Рисунок 16 – Круговорот азота

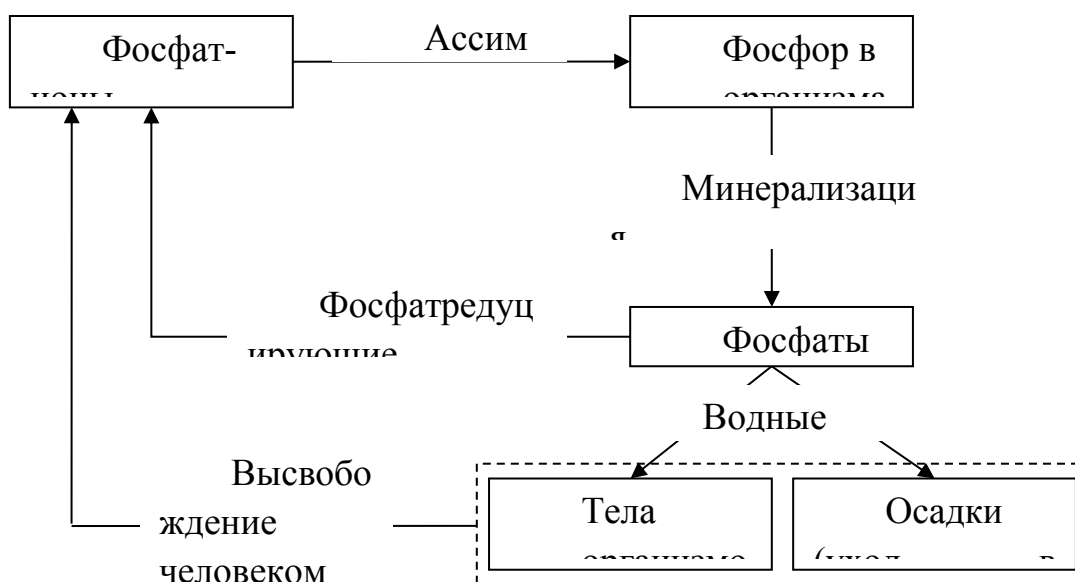


Рисунок 17 – Круговорот фосфора

## ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ

В мантии Земли происходит конвективное течение твердого разогретого вещества: восходящие потоки расходятся в разные стороны и, оказавшись под материком, силой своего горизонтального движения разрывают его надвое. Это явление называют спредингом. В расширяющейся трещине — рифте — образуется акватория — будущий океан — и выдавливается магма, которая превращается в базальтовое океаническое дно. В районе подводных рифтовых расщелин выделяется и концентрируется комплекс соединений тяжелых металлов, серебра, золота, урана. (Такое рудное месторождение формируется сейчас в Красном море: за несколько тысяч лет там накопились десятки миллионов тонн полужидкой руды, толщина залежей которой достигает 100 м).

Когда мантийный поток охлаждается, он опускается вниз, а находящийся над ним материк, сложенный из более легких пород, испытывает сжатие, коробится и сминается в складки высоких гор. Океанические осадки увлекаются мантийными потоками под континент, где под влиянием высокого давления и температуры превращаются в гранит, который через трещины в материковой коре может выдавливаться на поверхность. Под действием физических и химических факторов горные породы постепенно разрушаются, многие химические элементы переходят в растворимое состояние. Некоторые из них плохо закрепляются в почве и быстро вымываются в грунтовые воды, уходят в реки и в океан. Другие элементы связываются почвенным поглощающим комплексом и постепенно накапливаются в почве. Они могут высвобождаться под действием органических кислот, выделяемых микроорганизмами и корнями растений,



поступать в живые организмы, а после их отмирания вновь возвращаться в почву.

Таким образом, на планете формируются районы с пониженным или повышенным содержанием некоторых химических элементов. А.П. Виноградов, В.В. Ковальский и другие исследователи назвали такие районы биогеохимическими провинциями.

Избыток или недостаток химических элементов приводит к угнетению живых организмов, что, по мнению многих исследователей, могло стать причиной вымирания недостаточно приспособленных видов.

В докембрии, девоне, ордовике, позднеюрском, позднепермском и позднеэоценовом периоде повышение концентрации урана поступающего в океаническую воду из рифтов вызывало гибель большей части видов живых существ (великие вымирания). В мезозойскую эру с лица Земли исчезло 18% семейств и 45% родов организмов. Мезозойская кора выветривания содержит большое количество железа и никеля.

В кайнозойскую эру климат был тропическим, а начиная с неогена (25 млн. лет) влажным субтропическим. Разрушение горных пород и высвобождение из них химических элементов, их перераспределение и концентрирование шло с большой скоростью, образовывались мощные ферраллитные коры выветривания, содержащие большое количество железа и марганца. В плиоцене (5 млн. лет) влажность нарастала, а температура снижалась, после чего наступило оледенение.

В четвертичном периоде на территории Европы насчитывают 6 оледенений. На Сибирской платформе, где климат был более сухим — 5. После Сарганского оледенения, 10 тысяч лет назад наступил голоцен или послеледниковый период.

Во время межледниковья сухая и жаркая погода вызывала подъем по капиллярам грунтовых вод, их испарение, и концентрацию растворенных соединений в верхних слоях материнской породы и почвы. Поэтому почвообразующие породы и формирующиеся на них почвы могут содержать очень большие количества урана, тория, меди, цинка, свинца, кобальта, мышьяка, ртути, железа, титана, ванадия, хрома, вольфрама, ниобия, тантала, олова, циркония, бериллия, платиноидов. Например, на Урале концентрации этих элементов в почвах могут превышать предельно допустимые в 5-150 раз. Гамма-активность полей развития радиоактивных пород здесь может достигать 800 мкР/час. При этом содержание йода в лесостепной зоне недостаточно. В степной зоне — недостаток Со и Mn.

При образовании почв металлы прочно связываются глиногумусовым комплексом и накапливаются в пахотном слое. Содержание их в почве может



быть на 40-50 % выше, чем в почвообразующей породе. При внесении минеральных удобрений, и выпадении кислых дождей металлы могут переходить в почвенный раствор, поглощаться растениями и загрязнять урожай. Особенно опасен кадмий. Этот элемент может передвигаться по растению, минуя естественные барьеры. Его концентрация в плодах растений может быть в несколько раз выше, чем в почве. Металлы связывают -SH и другие активные группы белков. Структура белка при этом изменяется, и он теряет свои ферментные свойства. Например, свинец блокирует синтез гемоглобина сразу на нескольких стадиях, вызывая анемию. Видоизмененные белки принимаются организмом за чужеродные антигены и вызывают аллергические реакции. Некоторые металлы имеют канцерогенные свойства. Металлы могут также увеличивать чувствительность организма к другим неблагоприятным факторам. Многие металлы могут вызывать специфические эндемические заболевания, например бериллиевый рахит, стронциевый рахит (уровская болезнь), хромовый рак, молибденовый токсикоз, марганцевый рахит, медный гиперхроматоз, кадмиевая протеинурия, меркуриализм (при интоксикации ртутью) уривезикальная гематурия и сатурнизм (при интоксикации свинцом), урановый нефрит и другие.

По мнению В.А. Ковды современная индустриальная деятельность, металлургические заводы, горные выработки и выбросы их шахт, города и их отходы, транспортные магистрали создают совершенно новый тип геохимических аномалий, названных «неоаномалиями» или «антропоаномалиями». В контуре геохимической аномалии образуются как бы вписанные друг в друга неправильные круги-концентры ненормально повышенной кислотности почв, необычно высокого содержания в почве, растениях, в воде и даже в крови или волосах людей тяжелых металлов, мышьяка, фтора и др..

Границы неоаномалий прослеживаются и на расстоянии до 40—50 км от источника загрязнения. Это зависит от количества и форм выбросов, длительности существования источника загрязнения, климатических, топографических и почвенных условий. А.И. Перельман считал, что пространство, занимаемое локальной аномалией, следует именовать техногенным ореолом рассеяния. По среде, в которой развиваются техногенные аномалии их можно разделить на литохимические (в почвах, породах, строениях), гидрогеохимические (в водах), атмогеохимические (в атмосфере), и биогеохимические (в организмах) техногенные аномалии.

В крупных индустриальных районах границы локальных неоаномалий сливаются и приобретают характер региональных неоаномалий.



Большая часть промышленных выбросов оседает на растения и вместе с растительным опадом переходит в почву. В особенно опасных случаях, например, в итальянском городе Севезо при загрязнении диоксином, или на комбинате «Маяк» при взрыве емкости с радиоактивными отходами, верхний самый плодородный слой почвы снимают и вывозят на захоронение. Иногда почву глубоко перепахивают, перемещая загрязненную из верхнего корнеобитаемого слоя на глубину 40-50 см. Такое перемешивание не уменьшает количество яда, а ухудшает плодородие почвы. Рекомендуют также вносить большое количество органических удобрений. Образующийся из них гумус прочно связывает металлы и радионуклиды, однако при изменении условий (кислотности почвенного раствора, его химического состава и так далее) загрязняющие вещества снова переходят в подвижную форму. Особенно активно переходят в почвенный раствор под влиянием кислотных дождей алюминий, ртуть, свинец.

В.В. Добровольский особое внимание обращал на процессы антропогенного перемещения и рассеяния металлов. Пути техногенного рассеяния металлов разнообразны; важнейшим служит выброс в атмосферу при металлургическом переделе руд. Значительная часть металлов теряется еще раньше — при транспортировке, обогащении, сортировке руды. Как указывает А. А. Беус, таким путем в 1965 — 1975 гг. во всем мире было рассеяно (тыс. т): меди — 600, цинка — 500, свинца — 300, молибдена — 50.

После получения металлов вся технология современного производства сопровождается их рассеиванием в окружающей среде. Металлы используются в химической, бумажной, электротехнической и других отраслях промышленности и уходят с промышленными стоками; истираются и рассеиваются во время работы различных машин и механизмов. Сырье для изготовления фосфорных удобрений содержит примеси меди, цинка, свинца, урана и других элементов, и они рассеиваются вокруг соответствующих заводов. Производство бумаги сопровождается рассеянием ртути. Крупные тепловые электростанции создают ореолы рассеяния оксидов серы и тяжелых металлов в радиусе 10—20 км. Своеобразные биогеохимические аномалии свинца образовались вдоль автомагистралей. Тетраалкилы свинца добавляли в бензин в качестве антидетонационного средства для повышения КПД двигателей внутреннего сгорания. С выхлопными газами свинец выносился в форме мелких твердых частиц оксидов, хлоридов, фторидов, нитратов, сульфатов и др.

Тяжелые металлы являются необходимым компонентом биокатализаторов и регуляторов наиболее важных физиологических процессов. По этой причине сильное повышение их концентрации в





окружающей среде в высокоактивном рассеянном состоянии оказывает сильное влияние на живые организмы.

В пределах техногенных биогеохимических аномалий обычно выделяют две зоны. Первая, непосредственно примыкающая к источнику загрязнения, характеризуется сильным поражением природной экогеосистемы. В этой зоне часто отсутствует растительность, разрушена биокосная система почвы, в значительной мере уничтожены почвенные животные и микроорганизмы.

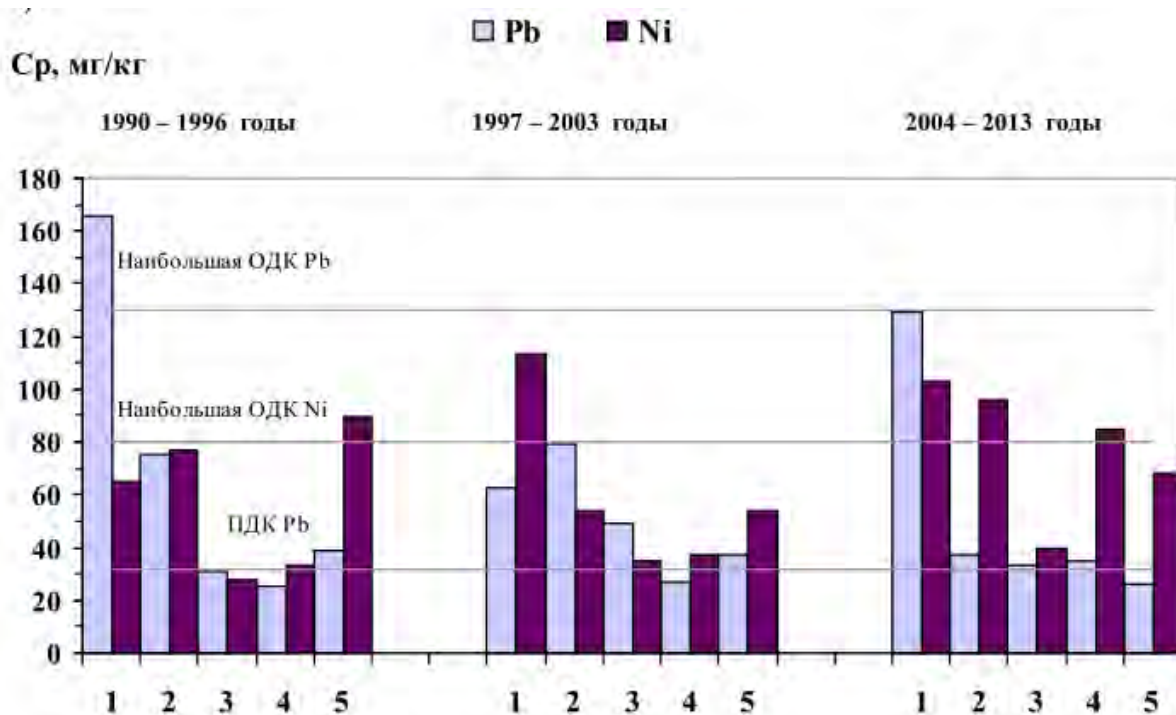
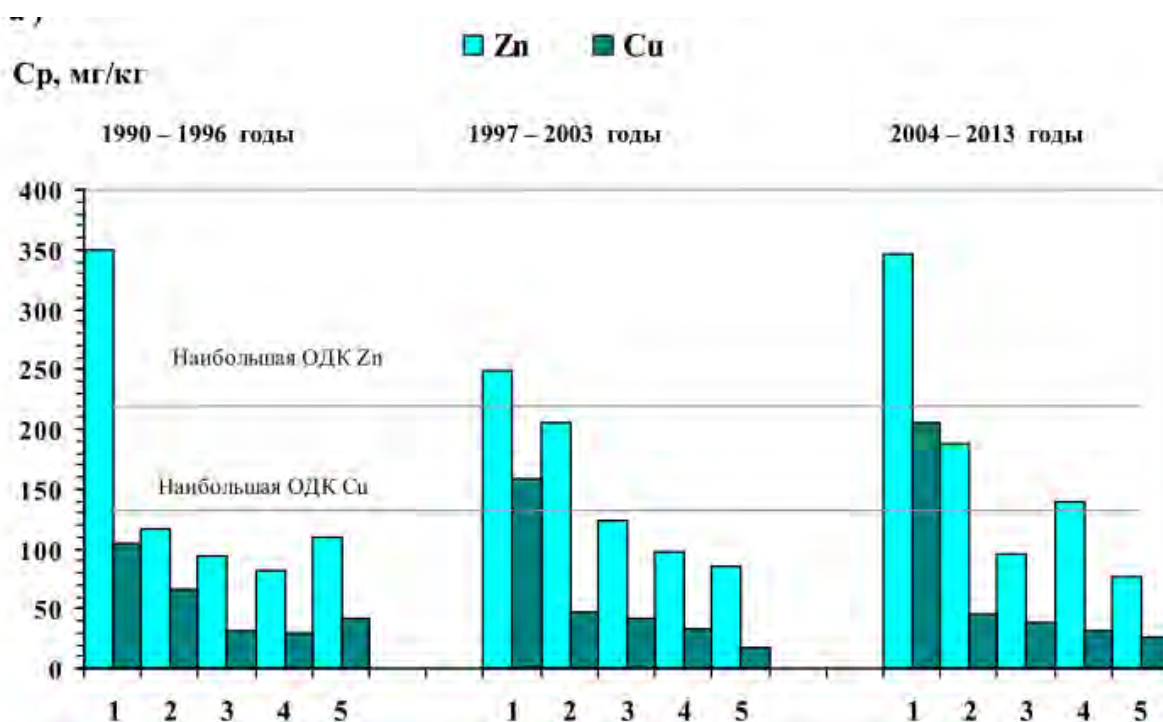


Рисунок 18 - Динамика средних по отраслям промышленности массовых долей цинка и меди, свинца и никеля в почвах 5-километровых зон вокруг предприятий металлургической промышленности (1), машино-строения и металлообработки (2), топливной и энергетической промышленности (3), химической и нефте-химической промышленности (4), строительной промышленности и производства стройматериалов (5)

Во второй, более обширной, зоне заметно угнетение, реже — исчезновение отдельных составных частей биоты. На периферии этой зоны природная экогеосистема сохраняется без внешних изменений, но в ее компонентах (почвах, растениях, почвенных животных) отмечено повышенное содержание элементов-загрязнителей, которое, возможно, окажет влияние на последующие поколения.

По данным Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации к опасной категории загрязнения почв комплексом тяжелых металлов относится 2,6 % земель обследованных за последние десять лет (в 2004-2013 гг.) в ареалах населенных пунктов, их отдельных районов, однокилометровых и пятикилометровых зон вокруг источников промышленных выбросов, К умеренно опасной - 7,7 %. Сильное загрязнение почв соединениями фтора наблюдается в районах расположения алюминиевых заводов. Повышенную массовую долю фторидов, по сравнению с фоновой, обнаруживают на расстоянии 15 км и более от алюминиевых заводов. Большую опасность для здоровья людей и животных представляет загрязнение фторидами продуктов питания и кормовых трав.

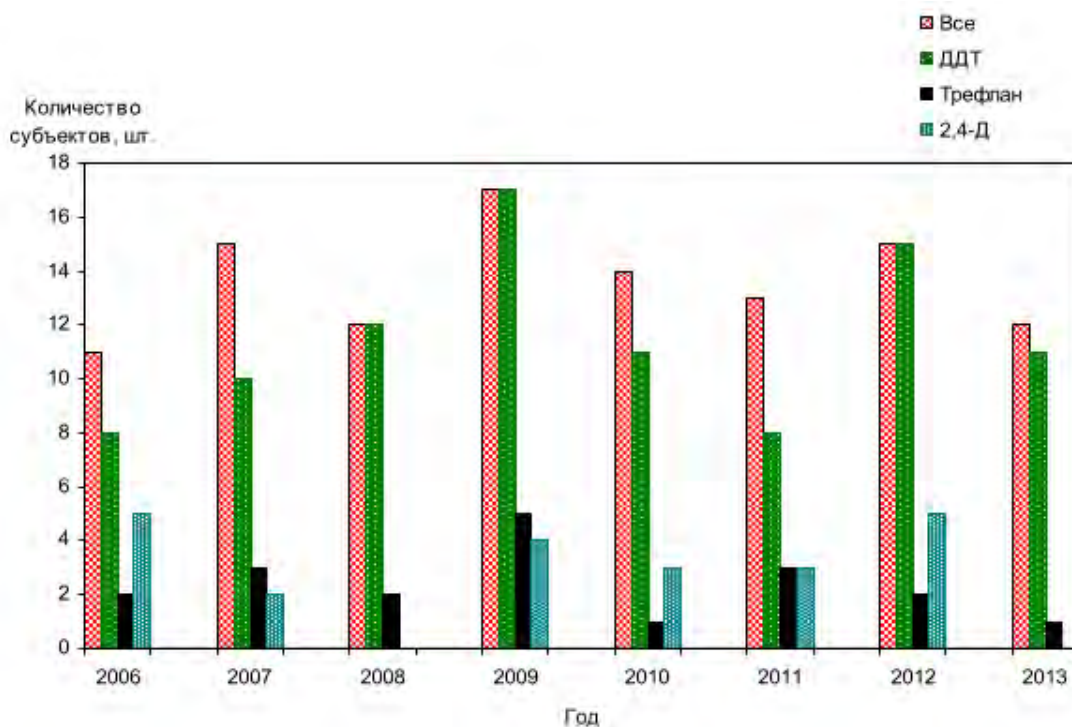


Рисунок 19 – количество субъектов Российской Федерации, на территории которых выявлено загрязнение почвы пестицидами.

Сильное загрязнение почв нефтепродуктами присутствует, как правило, в зоне радиусом не более 1 км вокруг нефтепромыслов, нефтехранилищ, нефтепроводов и нефтеперерабатывающих заводов. В почвах территорий промышленных центров и вокруг них также отмечают повышенные уровни массовых долей нефтепродуктов. При отсутствии постоянных поступлений нефтепродуктов на почву происходит постепенное самоочищение загрязненных почв.

Своеобразный тип аномалий образуется на сельскохозяйственных землях. Из почвы выносятся значительное количество азота, фосфора и калия. При этом почвы загрязняются пестицидами. Весной 2013 г. доля земель, загрязненных пестицидами выше санитарно-гигиенических нормативов составляла 1,45% от всех обследованных территорий, осенью – 1,06%. Современные пестициды достаточно быстро разрушаются в почве, что со временем приводит к ее очищению.

Наблюдения 2013 года не выявили загрязнения почв нитратами. Сульфатами загрязнены почвы г. Оренбург и отдельные участки почв в Иркутской области и в г. Самара. В целом в почвах, обследованных в 2013 году территорий городов Российской Федерации, наблюдается как увеличение или уменьшение, так и сохранение на прежнем уровне в пределах варьирования массовых долей нитратов и сульфатов, по сравнению с данными предыдущих лет наблюдений.

В районах расположения объектов по хранению и уничтожению химического оружия загрязнения почв отравляющими веществами и продуктами их деструкции, а также другими химическими веществами, вызванного деятельностью этих объектов, не зафиксировано.

## НООСФЕРА

Термин «ноосфера» ввел философ Тейяр де Шарден.

О формировании на Земле ноосферы В. И. Вернадский наиболее подробно писал в незавершенной работе «Научная мысль как планетное явление», но преимущественно с точки зрения истории науки.

Итак, что же ноосфера: утопия или реальная стратегия выживания?

Труды В. И. Вернадского позволяют более обоснованно ответить на поставленный вопрос, поскольку в них указан ряд конкретных условий, необходимых для становления и существования ноосферы.

Условия формирования ноосферы:



1. Заселение человеком всей планеты.
2. Резкое преобразование средств связи и обмена между странами.
3. Усиление связей, в том числе политических, между всеми странами земли.
4. Начало преобладания геологической роли человека над другими геологическими процессами, протекающими в биосфере.
5. Расширение границ биосферы и выход в космос.
6. Открытие новых источников энергии.
7. Равенство людей всех рас и религий.
8. Увеличение роли народных масс в решении вопросов внешней и внутренней политики.
9. Свобода научной мысли и научного искания от давления религиозных, философских, политических настроений и создание в государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли.
10. Продуманная система народного образования и подъем благосостояния трудящихся. Создание реальной возможности не допустить недоедания и голода, нищеты и ослабить болезни.
11. Разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать ее способной удовлетворять все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения.
12. Исключение войн из жизни общества.

В современном мире, часть этих условий выполнена (1 – 6), некоторые выполнены не полностью (7 – 12).

Таким образом, мы видим, что налицо все те конкретные признаки, все или почти все условия, на которые указывал В. И. Вернадский для того, чтобы отличить ноосферу от существовавших ранее состояний биосферы. Процесс ее образования постепенный, и, вероятно, никогда нельзя будет точно указать год или даже десятилетие, с которого переход биосферы в ноосферу можно будет считать завершенным. Но, конечно, мнения по этому вопросу могут быть разные.

Сам В. И. Вернадский, замечая нежелательные, разрушительные последствия хозяйствования человека на Земле, считал их некоторыми издержками. Он верил в человеческий разум, гуманизм научной деятельности, торжество добра и красоты. Что-то он гениально предвидел, в чем-то, возможно, ошибался.

Ноосферу следует принимать как символ веры, как идеал разумного человеческого вмешательства в биосферные процессы под влиянием научных достижений.



## Вопросы

1. Какие важнейшие геологические события связаны с деятельностью живых организмов?
2. Какие условия ограничивают распространение биосферы на планете Земля и в космосе?
3. Что такое кларк? Для чего он применяется?
4. Предложите примеры круговоротов газового и осадочного типа.
5. Предложите примеры круговоротов воды, азота, кислорода, углерода, фосфора.
6. Как возникают природные биогеохимические аномалии?
7. Сравните природные и техногенные биогеохимические аномалии. В чем их сходство и различие?
8. Какие техногенные биогеохимические аномалии сформировались на территории России?
9. Какие условия формирования ноосферы уже созданы в современном обществе?



## ТЕМА 3 СИНЭКОЛОГИЯ

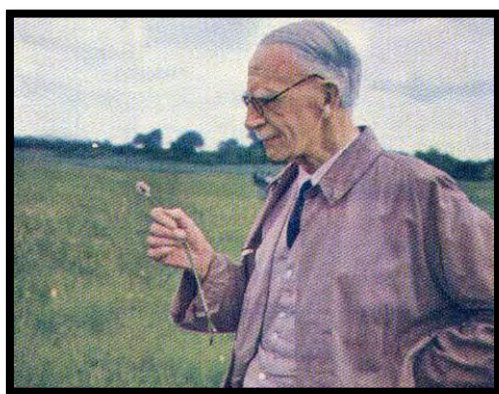
### Лекция №3

Рассматриваемые вопросы:

- 1) Экосистема – основная единица функционирования биосферы. Биоценоз, биогеоценоз (экосистема).
- 2) Экологическая ниша.
- 3) Основные составляющие биологической продукции экосистем.
- 4) Пищевые цепи, экологические пирамиды.
- 5) Динамические процессы в экосистемах
- 6) Биотические отношения.

- 1) Экосистема – основная единица функционирования биосферы. Биоценоз, биогеоценоз (экосистема).

Термин «экосистема» впервые был предложен английским экологом *А. Тенсли* в 1935 г.



Артур Джордж Тенсли

**Экосистема, или экологическая система** — биологическая система, состоящая из сообщества живых организмов (**биоценоз**), среды их обитания (**биотоп**), системы связей, осуществляющей обмен веществом и энергией между ними. Для обозначения систем на однородных участках суши *В.Н.Сукачев* в 1942 г. предложил термин «биогеоценоз».

**Биогеоценоз** — система, включающая сообщество живых организмов и тесно связанную с ним совокупность абиотических факторов среды в пределах одной территории, связанные между собой круговоротом веществ и потоком энергии. **Биогеоценоз= биоценоз +биотоп.**

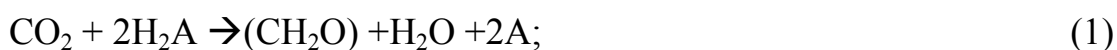
**Биоценоз** («bios»-жизнь, «koinos»-общий) – исторически сложившиеся сообщество живых организмов, взаимосвязанных между собой различными взаимоотношениями (топическими, трофическими, форическими и фабрическими) и обитающих на определенной территории. Биоценоз является сложной биологической системой и состоит из сообщества растений (фитоценоз), сообщества животных (зооценоз), сообщества грибов (мицоценоз) и сообщества микроорганизмов (микроценоз). Надорганизменный уровень организации жизни. Можно наблюдать биоценоз моховой кочки, разрушающегося пня, луга, болота, леса и т.д.



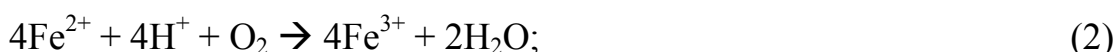
В.Н.Сукачев

Существует 3 типа экосистем по основному источнику энергии:

- фотосинтетические (солнечная радиация) – создание органического вещества осуществляется по формуле 1:



- хемосинтетические (в качестве источника энергии выступает энергия химических связей неорганических соединений) – пример создания органического вещества приведен в формуле 2:



- детритные (в качестве источника питания используется приток органических соединений из других экосистем).

**Компоненты (блоки)** — характеризуются определенной массой, специфическим назначением а также скоростью изменения во времени или

перемещения в пространстве (*Николай Леванович Беручашвили* — в 1986-1992 гг.):

- аэромассы — сухой воздух, без водяных паров, гидромассы — вся вода в свободном состоянии, биомассы — как блок — совокупность живых организмов;
- мортмассы — всё накапливающееся и разрушающееся мертвое органическое вещество, педомассы — органо-минеральная часть почв и илов;
- литомассы — часть горных пород, затронутая выветриванием.

**Компоненты** (блоки, по *Беручашвили* — элементарные структурно-функциональные части) могут быть:

- активными, т. е. перемещаться в пространстве, увеличиваться (уменьшаться) количественно;
- пассивными — не перемещаться в пространстве и не изменяться количественно, поучаствовать в процессах функционирования;
- инертными — не участвовать (почти не участвовать) в процессах функционирования экосистемы.

**Средообразователи (эдификаторы)** — виды, которые в наибольшей мере влияют на условия жизни в сообществе. Ель в еловом лесу, мхи на болоте, дождевые черви и бактерии в почве.

Основные типы природных экосистем представлены на рисунке 1.

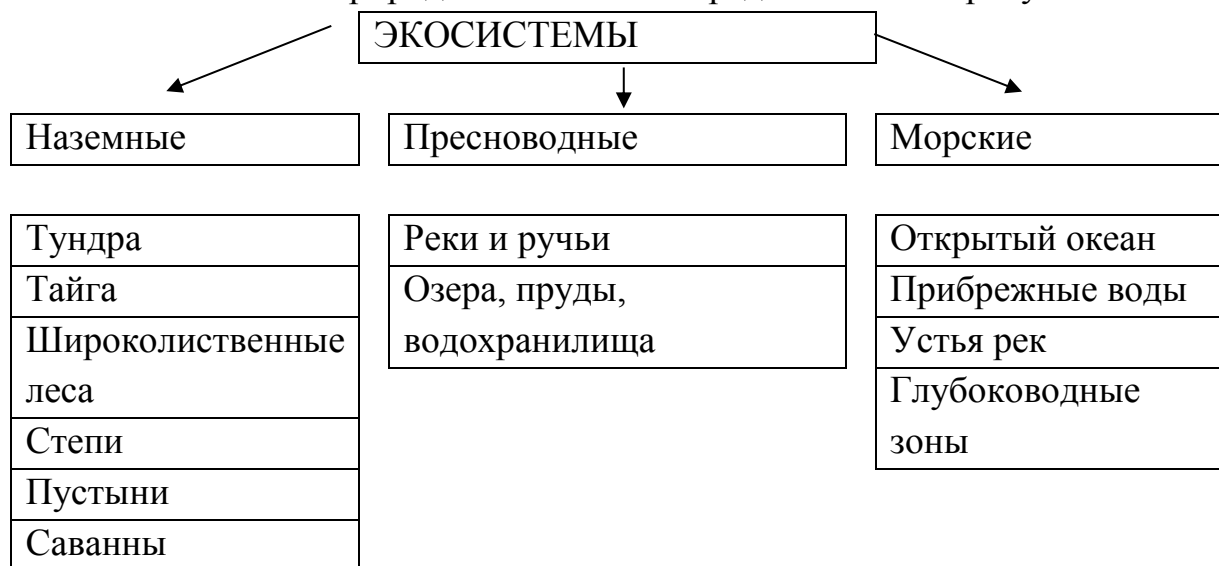


Рисунок 1 – Основные типы природных экосистем

Основные правила, принципы и законы, определяющие устойчивость природных систем различной сложности, таковы:





1. **Правило внутренней непротиворечивости:** в естественных экосистемах деятельность входящих в них видов направлена на поддержание этих экосистем как среды собственного обитания.
2. **Принцип совместной дополнителности:** подсистемы одной природной системы в своем развитии обеспечивают предпосылку для успешного развития и саморегуляции других подсистем, входящих в ту же систему. Ярусность в лесном сообществе способствует более полному использованию энергии Солнца. Сообщество видов, одни из которых создают, а другие - разрушают органическое вещество – основа биологических круговоротов.
3. **Закон экологической корреляции:** в экосистеме, как и в любом другом целостном природно-системном образовании, особенно в биотическом сообществе, все входящие в него виды живого и абиотические компоненты функционально соответствуют друг другу.
4. **Принцип взаимозаменяемости видов:** в результате перекрытия экологических ниш видов в сообществе, выпадение или снижение активности одного из них не опасно для экосистемы в целом. Главные функции биоценоза (круговорот веществ, регуляция численности видов) обеспечиваются множеством видов организмов, которые в своей деятельности подстраховывают друг друга.

Пространственная структура биоценоза может быть характеризована вертикальной ярусностью. Вертикальная ярусность у растений определяется тем, как высоко над землёй то или иное растение выносит свои фотосинтезирующие части:

- древесный ярус;
- кустарниковый ярус;
- кустарниково-травяной;
- мохово-лишайниковый.

Пространственная структура, вертикальная ярусность представлена на рисунке 2.



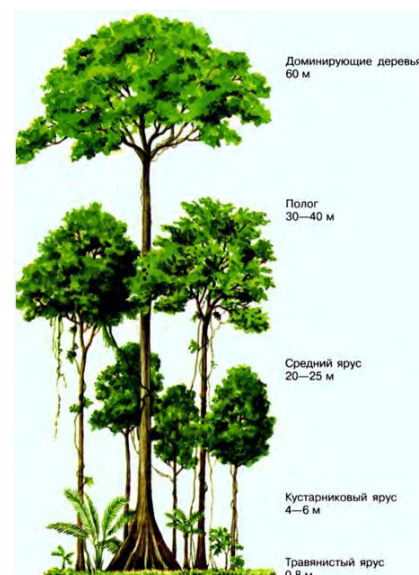
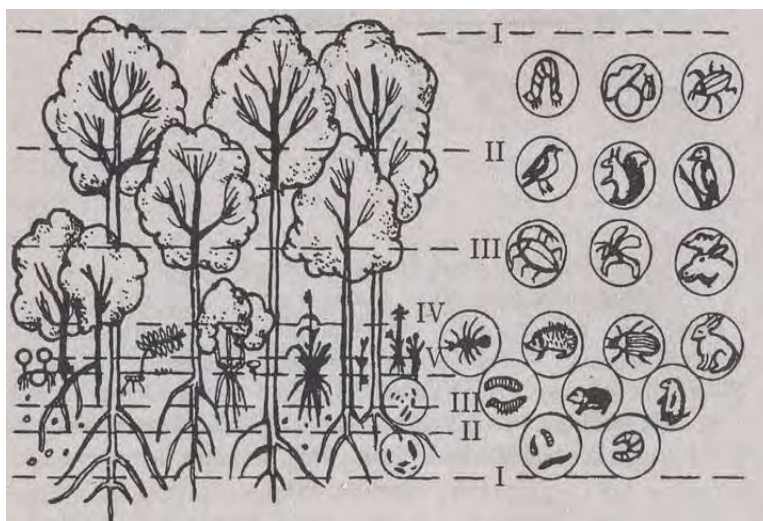


Рисунок 2 – Ярусы лесного биогеоценоза (по И.Н. Пономаревой, 1978)

Пространственная структура экосистемы (функциональные узлы и мозаичность) приведена на рисунке 3.

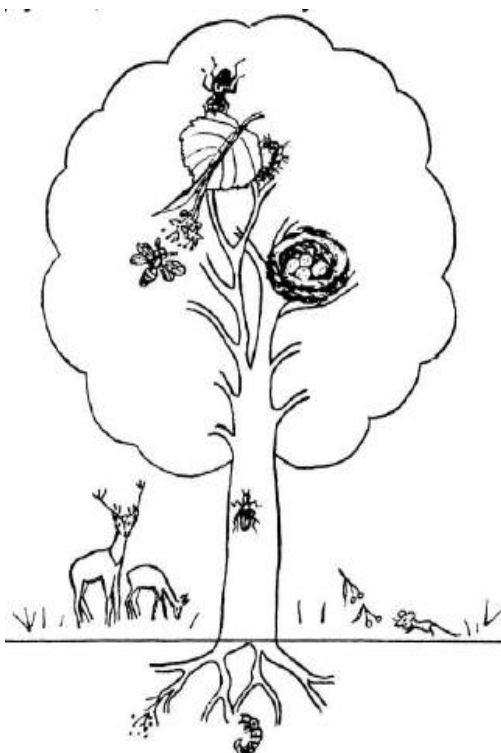


Рисунок 3 – Пространственная структура экосистемы (функциональные узлы и мозаичность)

**Консорция** – функционально-пространственный узел в экосистеме, связанный с видом-эдификатором, как бы объединяющим вокруг себя разные виды как по трофическим цепям, так и по месту обитания.

Вертикальную ярусность у животных можно рассмотреть на примере насекомых:

- геобии (обитатели почв);
- герпетобии (обитатели поверхностного слоя);
- бриобии (обитатели мхов);
- филлобии (обитатели травостоя);
- аэробии (обитатели более высоких ярусов).

Горизонтальная структурированность сообщества (мозаичность, неоднородность) может быть вызвана рядом нескольких факторов:

- абиогенная мозаичность (факторами неживой природы);
- фитогенная (растительными организмами, в частности – эдификаторами);
- эолово-фитогенная (мозаичность вызванная как абиотическими факторами так и фитогенными);
- биогенная (мозаичность вызванная в первую очередь роющими животными).

**Экологическая структура** — это соотношение видов, занимающих определенные экологические ниши. Экологическая структура характеризуется соотношением видов, которые имеют разные адаптации к факторам среды, типы питания, размеры, внешний вид.

## 2) Экологическая ниша

**Экологическая ниша** — общая сумма приспособлений вида в целом, популяции или даже отдельной особи и характеристика их возможностей при освоении окружающей среды.

Понятие «Экологическая ниша» было предложено в 1927 г. Чарльзом Элтоном как «самая мелкая единица распространения вида при отсутствии конкуренции с другими видами».

В современном понимании экологическая ниша — положение вида в сообществе, особенно в трофических сетях. То есть экологическая ниша описывает "профессию" вида, а местообитание — его "адрес" (Юджин Одум). Двумерное изображение экологических ниш двух близких видов двустворчатых моллюсков приведено на рисунке 4.



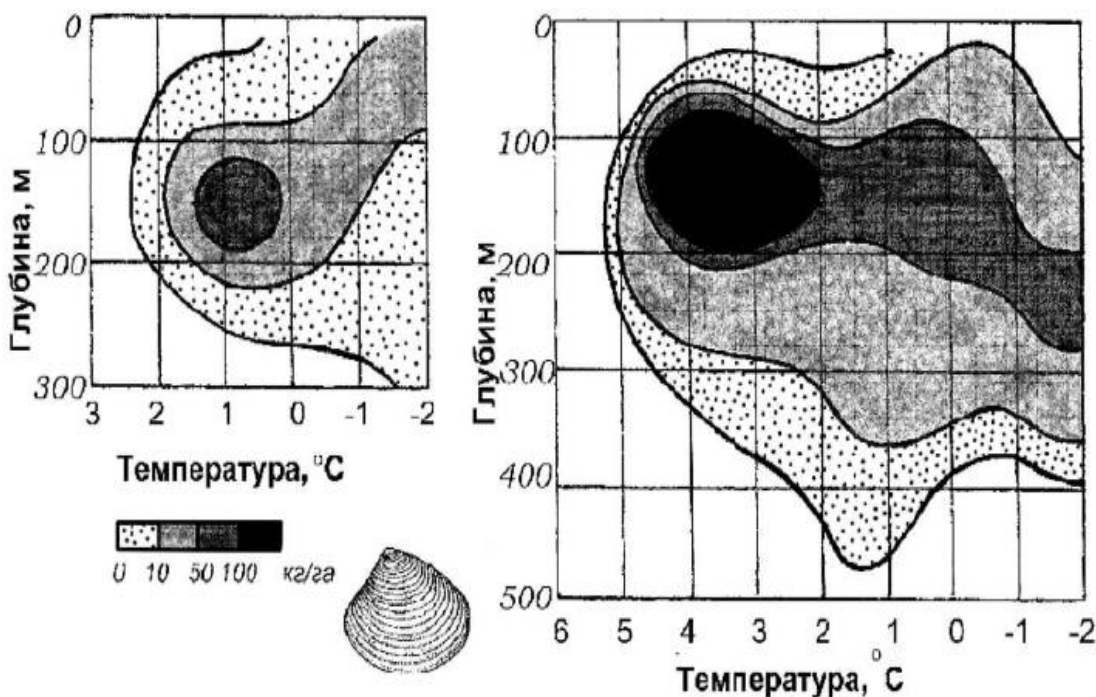


Рисунок 4 - Двумерное изображение экологических ниш двух близких видов двустворчатых моллюсков

### 3) Основные составляющие биологической продукции экосистем.

**Первичная продукция** – продукция растений. **Биомасса** – масса тела живых организмов.

Необходимые компоненты экосистемы представлены на рисунке 8.

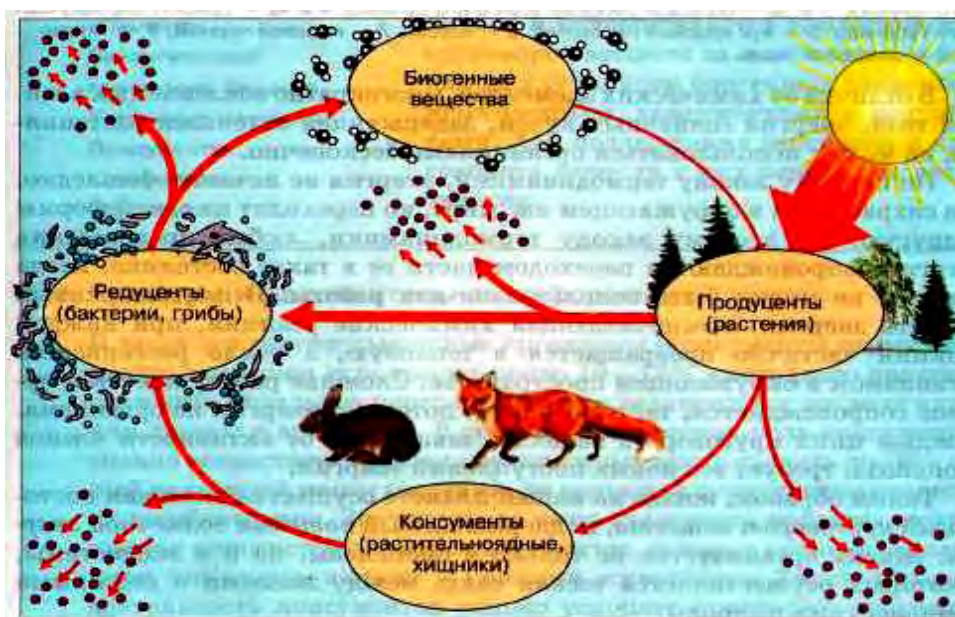


Рисунок 5 – Необходимые компоненты экосистемы

Основные типы биологической продукции можно изобразить следующим образом (рисунок 9):





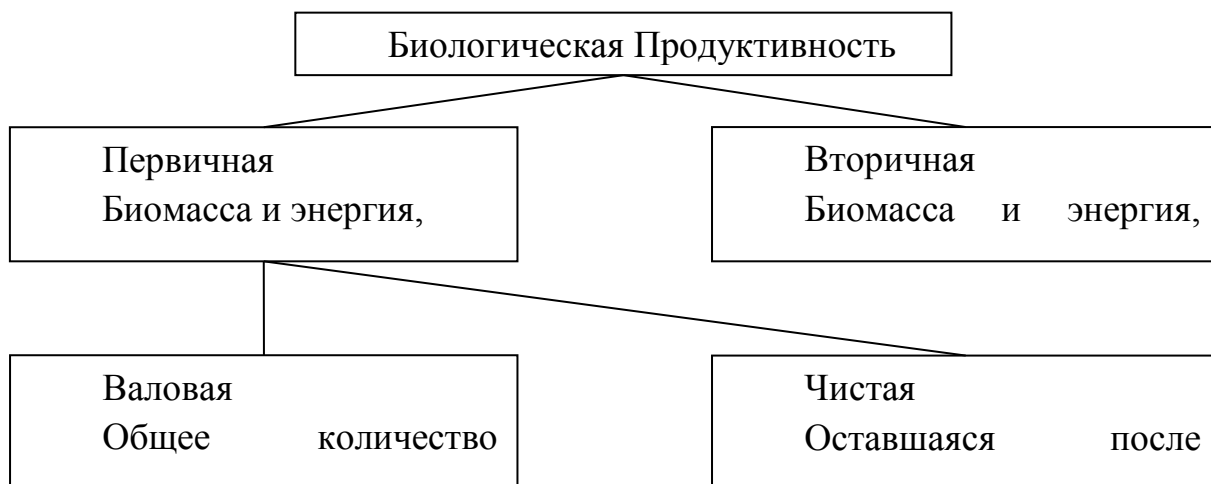


Рисунок 6 – Основные типы биологической продукции

Основные группы организмов в сообществе приведена на рисунке 10.



Рисунок 7 – Основные группы организмов в сообществе

**Трофический уровень (Trophic level)** – совокупность организмов, объединенных типом питания. Различают пять трофических уровней:

- 1- продуценты;
- 2- первичные консументы (растительноядные организмы);
- 3- вторичные консументы (хищники) и паразиты первичных консументов;

-4- вторичные хищники, нападающие на других хищников, и паразиты вторичных консументов;

-5- надпаразиты высоких порядков.

**Продуценты** — организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических, то есть, все автотрофы (рисунок 11).

## Фототрофы

## Хемотрофы

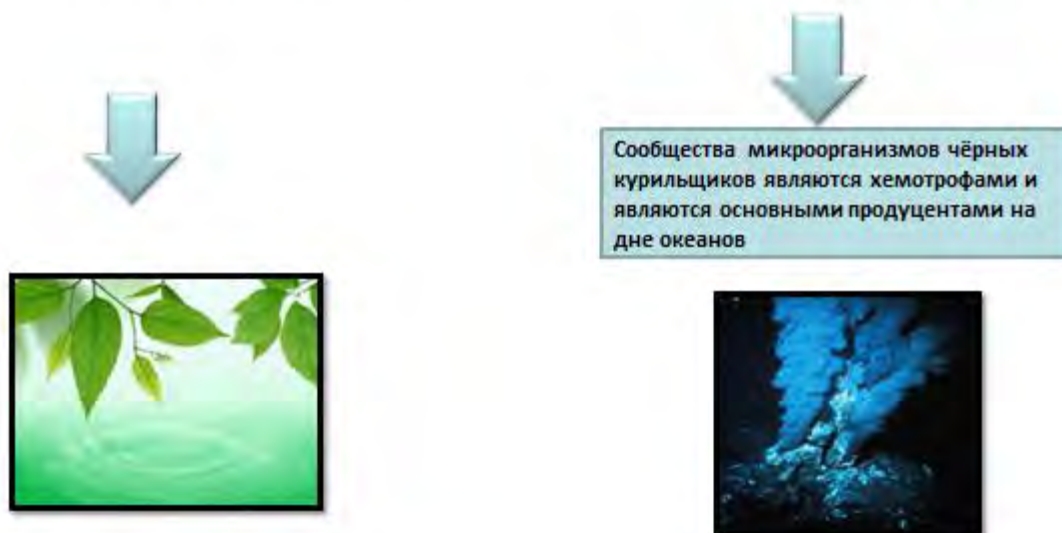


Рисунок 8 – Продуценты

**Консументы** — гетеротрофы, организмы, потребляющие готовые органические вещества, создаваемые автотрофами (продуцентами). В отличие от редуцентов, консументы не способны разлагать органические вещества до неорганических (рисунок 9).



Рисунок 9 – Консументы

**Редуценты** — микроорганизмы (бактерии и грибы), разрушающие отмершие остатки живых существ, превращающие их в неорганические соединения и простейшие органические соединения (рисунок 10).



Редуцент 1-го порядка  
(жук-мертвоед)



Редуцент 2-го порядка



Редуцент 3-го порядка

Рисунок 10 – Редуценты

В сапрофитных (сапрофиты – организмы (животные, грибы, бактерии), питающиеся органическим веществом отмерших организмов) пищевых цепях, в которых движение материи имеет тенденцию к разрушению, существенную роль играют листовенные леса, большая часть листвы которых не употребляется в пищу травоядными и входит в состав подстилки из опавших листьев. Эти листья измельчаются многочисленными животными сапрофагами, потом заглатываются земляными червями, которые осуществляют равномерное распределение гумуса в поверхностном слое земли. На этом уровне у грибов закладывается мицелий, а разлагающие микроорганизмы, завершающие цепь, производят окончательную минерализацию мертвой органики.

#### 4. Пищевые цепи, экологические пирамиды.

**Цепь питания** – последовательный ряд питающихся друг другом организмов в котором можно проследить расходование первоначальной порции энергии.

**Сети питания** – переплетение пищевых цепей.

**Трофический уровень** – каждое звено цепи питания.

В основе цепей питания лежат зеленые растения. Зелеными растениями питаются и насекомые, и позвоночные животные, которые, в свою очередь, служат источником энергии и вещества для построения тела потребителей второго, третьего и т.д. порядков. Общая закономерность заключается в том, что количество особей, включенных в пищевую цепь, в каждом звене последовательно уменьшается и численность жертв значительно больше численности их потребителей.

Это происходит потому, что в каждом звене пищевой цепи, на каждом этапе переноса энергии 80-90% ее теряется, рассеиваясь в форме теплоты.



Это обстоятельство ограничивает число звеньев цепи (обычно их бывает от 3 до 5). В среднем из 1 тыс.кг растений образуется 100 кг тела травоядных животных. Хищники, поедая травоядных, могут построить из этого количества 10 кг своей биомассы, а вторичные хищники - только 1кг. Следовательно, живая биомасса в каждом последующем звене цепи прогрессивно уменьшается. Эта закономерность носит название **Правила экологической пирамиды** или **правила Линдемана**: с нижнего трофического уровня на верхний переходит не более 10% запасенной на этом уровне энергии.

Пирамида продукции и поток энергии в экосистемах изображена на рисунке 11.

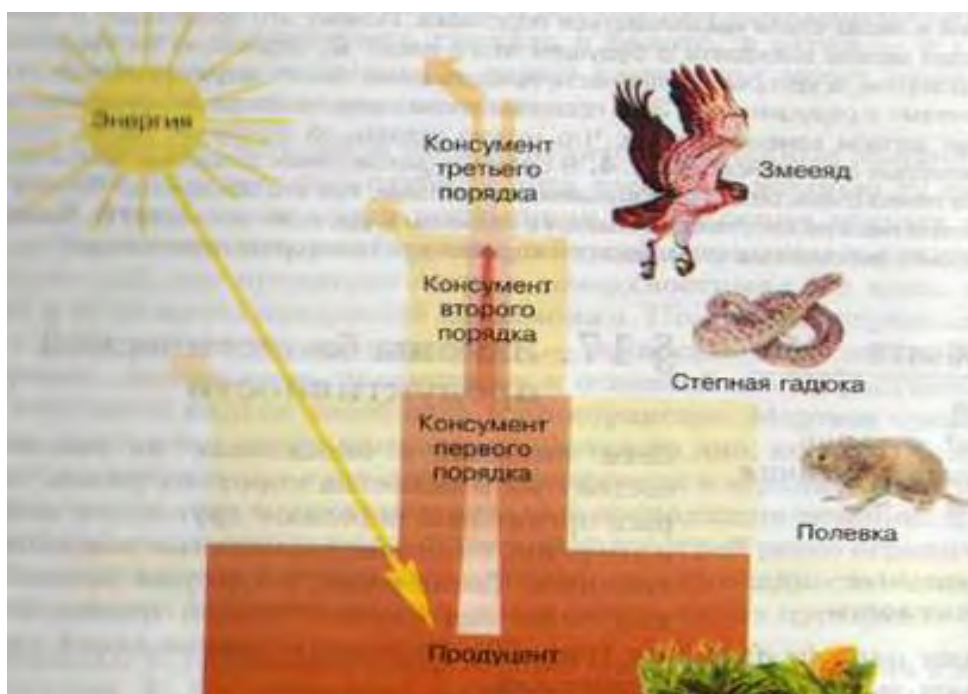


Рисунок 11 – Пирамида продукции и поток энергии в экосистемах

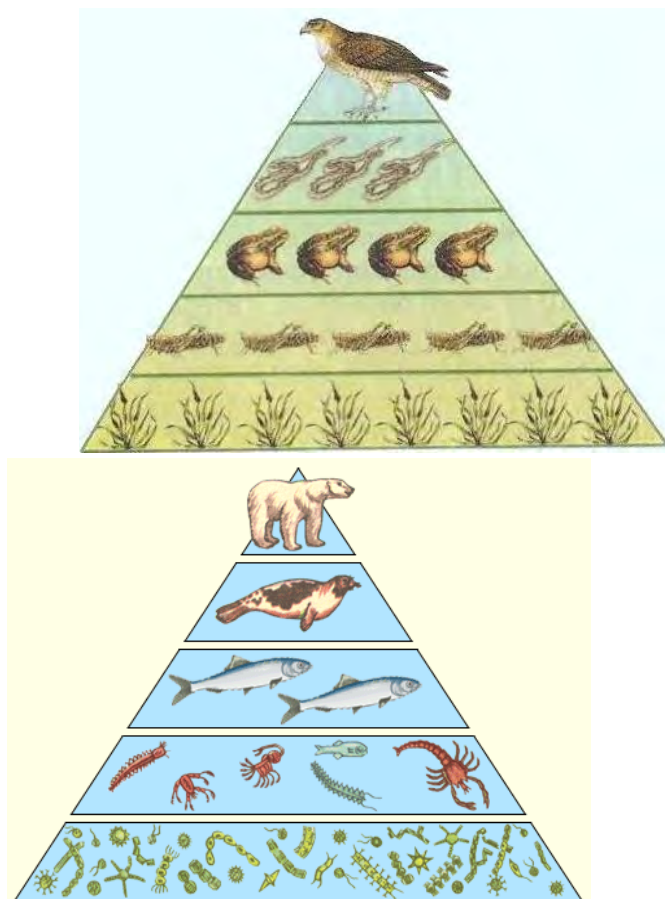


Рисунок 12 – Экологические пирамиды

Пищевые сети служат основой для построения *экологических пирамид*. Простейшими из них являются *пирамиды численности*, которые отражают количество организмов (отдельных особей) на каждом трофическом уровне. Для удобства анализа эти количества отображаются прямоугольниками, длина которых пропорциональна количеству организмов, обитающих в изучаемой экосистеме, либо логарифму этого количества. Часто пирамиды численности строят в расчёте на единицу площади (в наземных экосистемах) или объёма (в водных экосистемах).

## 5. Динамические процессы в экосистемах

**Динамика экосистемы** (рисунок 13) – развитие биоценоза во времени, изменение его видовой структуры и протекающих в нем процессов в результате:

- внутренних воздействий - отмирание или вытеснение одних видов другими, например, старые деревья отмирают, падают и перегнивают, а покоящиеся рядом до поры до времени в почве семена прорастают, давая новый цикл развития жизни;

- внешних воздействий - факторы внешней среды, вырубка леса, влияние катастроф, например, урагана, пожара.

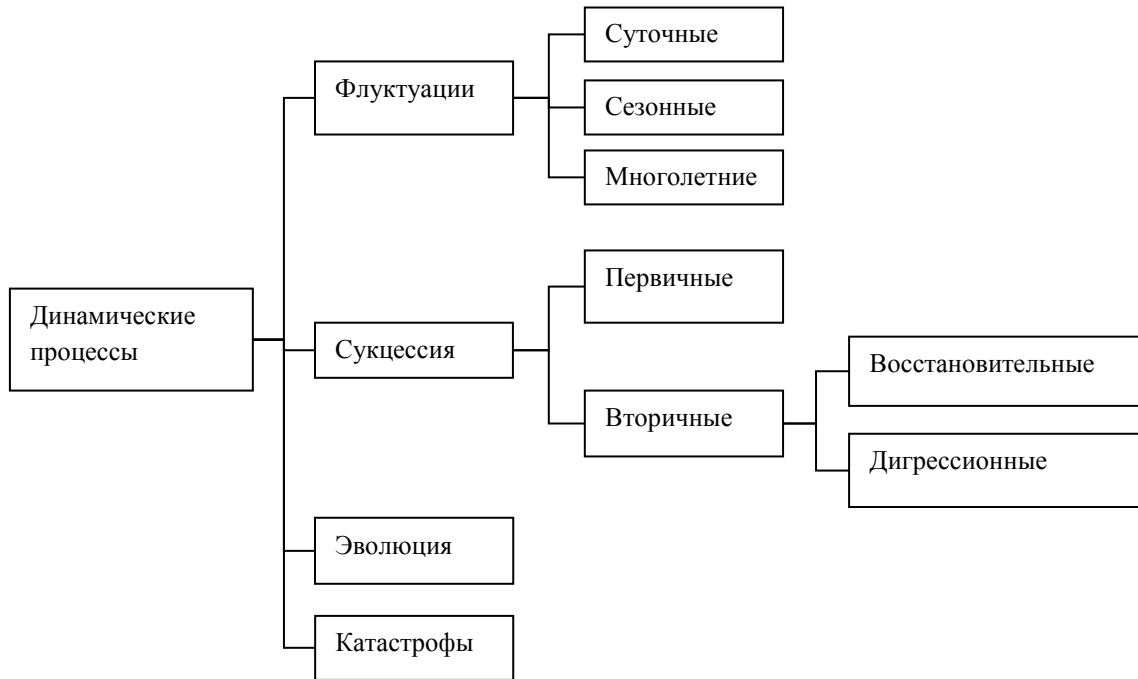


Рисунок 13 – Динамика экосистемы

**Многолетняя динамика экосистем:** последовательность сообществ (зоо-, микробо-, фито-, микоценозов), сменяющих друг друга во времени на одной и той же территории под влиянием природных факторов или воздействия человека, носит название сукцессии, а их переходные состояния - последовательных стадий (стадии развития). Наблюдать сукцессию можно на заброшенных полях раннего возраста, песчаных дюнах или песчаных морских и речных берегах.

Различают сукцессию **первичную** (рисунок 14) – развитие сообществ идет на вновь образовавшихся, ранее никем и ничем не заселенных местообитаниях, - на песчаных дюнах, застывших потоках лавы, породах, обнажившихся в результате эрозии или отступления льдов.

## Первичная сукцессия

формирование фитоценоза и развитие других сообществ в местах, ранее не занятых растительностью, - на песчаных дюнах, застывших потоках лавы, каменистых породах, обнажившихся в результате эрозии или отступления льдов



Рисунок 14 – Первичная сукцессия

Примером первичной сукцессии является также возрождение жизни на залитых потоками лавы склонах вулкана (рисунок 15).



Рисунок 15 – Возрождение жизни на залитых потоками лавы склонах вулкана Ньямлагира Конго (занесенные ветром споры папоротников дают побеги)

**Вторичную** (рисунок 16) – развитие сообществ идет на местности, где ранее существовала растительность, но по каким-либо причинам она была



уничтожена. Примером вторичной сукцессии является, например, зарастание заброшенного поля.



Рисунок 16 – Вторичная сукцессия

Вторичная сукцессия длится несколько десятков лет.

Примером вторичной сукцессии может служить и образование торфяного болота при зарастании озера.



Фредерик Эдвард Клементс

**Климакс** (понятие предложил Ф. Э. Клементс) – относительно устойчивое состояние экосистемы, соответствующее завершающему этапу сукцессионного ряда.

Составляющие любую экосистему виды не одинаково реагируют на факторы внешней среды. Поэтому одни из них более активны в дневное время суток, другие - к вечеру и ночью. Суточная динамика происходит в сообществах всех зон - от тундры до влажных тропических лесов.

Наиболее четко суточная динамика выражена в природных зонах с резким колебанием факторов среды на протяжении суток.

Например, в пустыне жизнь летом в полуденные часы замирает, хотя некоторые животные и проявляют определенную активность.

В умеренной зоне в дневное время господствуют насекомые, птицы и некоторые другие животные. В сумеречное и ночное время активными становятся ночные насекомые, например, бражники, комары, многие млекопитающие, из птиц - козодои, совы и др. Суточная динамика прослеживается и у растений. Большинство покрытосеменных раскрывают свои цветки только в дневное время.

Сезонная динамика экосистем определяется сменой времен года. Это выражается в изменении не только состояния и активности организмов отдельных видов, но и их соотношения. В первую очередь сезонная динамика затрагивает видовой состав. Неблагоприятные сезонные погодные условия заставляют многие виды мигрировать в районы с лучшими условиями существования. У видов же, остающихся зимовать в экосистеме, значительно изменяется их жизненная активность. Большинство видов деревьев и кустарников на зиму сбрасывает листву.

К смене сезонов года приспособились и животные. Весной у них появляется потомство. Активизация жизненных процессов приходится на летний период, а осенью они уже начинают готовиться к предстоящей зимовке.

## б) Биотические отношения

Биотические отношения – взаимосвязи между живыми организмами.

Согласно классификации В. Н. Беклемишева (1951 г.), прямые и косвенные межвидовые отношения подразделяются на четыре вида:

1. Трофические связи. Один вид питается представителями другого вида (прямая связь), либо его остатками или продуктами жизнедеятельности (косвенные трофические связи).

2. Топические связи. Любое физическое или химическое изменение условий среды обитания одного вида вследствие жизнедеятельности другого. Особенно большая роль в комплексе топических связей в биоценозах принадлежит растениям.





3. Форические связи. Один вид участвует в распространении другого. Транспортирование животными более мелких особей называется форезией, а перенос ими семян, спор, пыльцы растений – зоохорией.

4. Фабрические связи. В этом случае вид использует в качестве среды обитания или для сооружения жилища продукты выделений, либо мертвые остатки, либо даже живых особей другого вида.

Биотические взаимосвязи в экосистеме приведены на рисунке 17.

	1 > 2	2 > 1
Нейтрализм	0	0
Аменсализм	-	0
Конкуренция	-	-
Комменсализм	+	0
Эксплуатор-жертва	+	-
Мутуализм	+	+

Рисунок 17 – Биотические взаимосвязи в экосистеме

**Хищничество** – это такой вид отношений, при котором особи одного вида умерщвляют и поедают особей другого вида.

**Хищники** – это животные, которые используют в пищу других животных.

**Жертвы** – это животные, на которых охотятся хищники.

Роль хищников:

- регуляция численности жертв
- отбор – уничтожение слабых и больных
- поддержание равновесия в животном мире.

**Конкуренция** – это такой тип отношений, при котором животные соревнуются за обладание одними и теми же ресурсами (пищей, местом обитания, убежищем). Конкуренция возникает между животными, ведущими сходный образ жизни, питающимися одинаковыми кормами, обитающими на одной территории.

**Паразитизм** – это форма взаимоотношений двух организмов, когда один из них (паразит) использует другого (хозяина) в качестве пищи или среды обитания.

Паразиты, обычно, мелких размеров, тормозят рост и размножение своего хозяина, замедляют его жизнедеятельность, могут вызвать гибель (комар, вошь).



Гнездовой паразитизм: некоторые птицы перекладывают бремя воспитания потомства на другие виды птиц. Например, птенец кукушки в гнезде серой мухоловки.

**Комменсализм** – это форма взаимоотношений, при которой один из партнеров доставляет пищу или убежище другому.

Один из партнеров предоставляет другому жилище – **квартиранство**.  
Один из партнеров доставляет другому пищу - **нахлебничество**.

**Симбиоз** – это взаимовыгодное сожительство, при котором каждый из видов может жить, расти и размножаться только в присутствии другого вида. Кооперация – оба вида образуют сообщество. Каждый вид может существовать отдельно, но жизнь в сообществе приносит им обоим пользу.

**Протокооперация:** взаимодействие благоприятно для обоих видов, но не обязательно.

**Нейтрализм** характеризуется отсутствием непосредственного влияния одного вида на другой.

Вопросы:

1. Предложите примеры экосистем разного типа .
2. Приведите примеры компонентов экосистем по классификации Л.Н. Беручашвили для разных типов природных экосистем. К какому блоку относятся эдификаторы?
3. Объясните, каким образом снизится устойчивость экосистемы, при нарушении правил устойчивости.
4. Приведите примеры растений и животных, обитающих в разных ярусах.
5. Представителями каких трофических уровней определяется биологическая продуктивность экосистемы?
6. Объясните, почему суммарная биомасса крупных хищников в экосистеме гораздо ниже, чем растительная биомасса.
7. Рассчитайте сколько приблизительно гектаров саванны необходимо для прокорма 1 льва весом 300 кг, если продуктивность травы 200 ц/га в год?
8. Какие причины вызывают динамические процессы в экосистеме?
9. Предложите примеры разных видов связей между организмами.



## Тема 4 ДЕМЭКОЛОГИЯ и АУТЭКОЛОГИЯ

### Рассматриваемые вопросы

1. Популяция и ареал
2. Характеристики популяции и структура популяции
3. Концепции жизненных стратегий
4. Динамика популяций
5. Факторы среды и организм

### 1. Популяция

**Популяция** – группа особей одного вида с общим генофондом, находящихся во взаимодействии между собой и населяющих общую территорию. Термин «Популяция» (populus) – от лат. «население» введен В.Иогансеном в 1903 г.

Виды существуют в природе всегда в форме популяций. Взаимодействие между видами осуществляют особи различных популяций. Длительные биотические связи в биоценозах существуют только между популяциями.

Любой вид состоит из популяций, потому что занимаемое им место на земном шаре пространство (ареал) неоднородно по условиям, и это проявляется в неравномерности распределения вида.

Осваивая подходящую территорию и размножаясь на ней, представители популяции вступают друг с другом в разнообразные отношения. В популяциях проявляются все формы биотических связей, но наиболее распространены внутривидовая конкуренция и взаимопомощь.

Группы особей одного вида могут быть большими и маленькими, существовать столетиями или всего 2-3 поколения.

Могут складываться временные группы:

- в результате разлива рек – лучше в которых живут мальки, головастики, личинки комаров и стрекоз(быстро гибнут);
- важнее те группы, когда их численность, то увеличивается, то уменьшается(существуют длительное время).

Виды популяций

В зависимости от размера и однородности занимаемой территории, выделяют несколько иерархических уровней организации популяций.

**Элементарная (локальная)** популяция является совокупностью особей того или иного вида, которая занимает небольшой участок однородной по условиям обитания площади.

**Экологическая популяция** – это совокупность элементарных популяций. В экологической популяции элементарные составляющие слабо изолированы друг от друга, поэтому происходит обмен генетической информацией, но существенно реже, чем внутри элементарной популяции.

**Географическая популяция** складывается из экологических популяций. Она включает группу особей, которые заселяют территорию с географически однородными условиями существования и отличаются общностью приспособления к климату и ландшафту. Географические популяции заметно разграничены и изолированы. Для географической популяции Н.Ф. Реймерсом было введено понятие «**ареал вида**» – это область географического распространения особей рассматриваемого вида вне зависимости от степени постоянства их обитания в данной местности, но исключая места случайного попадания в соседние регионы.

**Популяционный ареал** – место, где обитает популяция.

Ареал может меняться - миграции северных оленей от берега океана в тундру и назад (из-за активности комаров)

Ареал может расширяться и сокращаться в зависимости от условий окружающей среды (стихийные бедствия, времена года).

## 2. Характеристики популяции и структура популяции

Фенотипическая и генотипическая структура популяций изображена на рисунке 1.

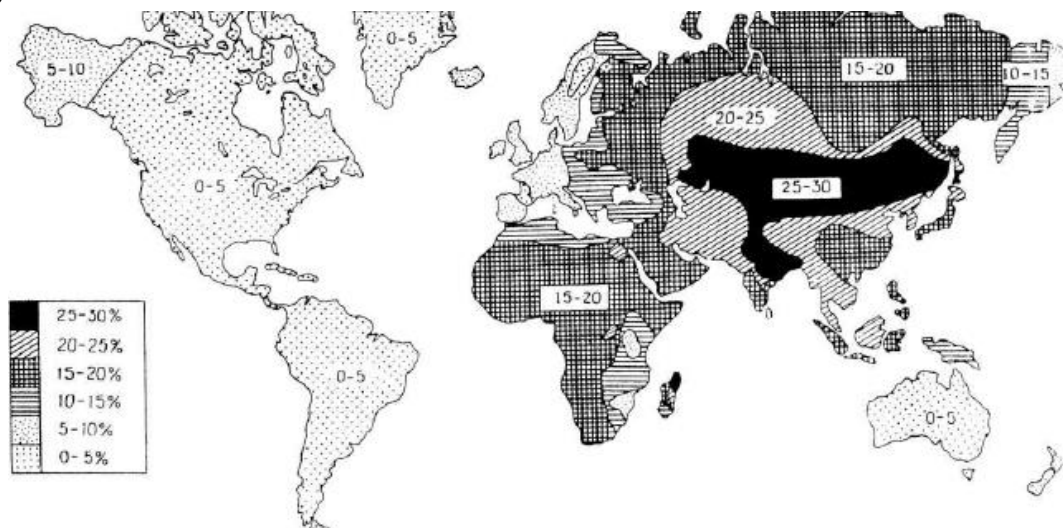


Рисунок 1 – Фенотипическая и генотипическая структура популяций

Распределение в популяциях человека частот аллеля  $I^b$ , определяющего группы III (B) и IV (AB) группы крови.

**Пространственная структура** – характер распределения особей популяции на занимаемой территории:

- случайное распределение;
- равномерное распределение;
- групповое распределение.

Распределение особей в пространстве приведено на рисунках 2-3.

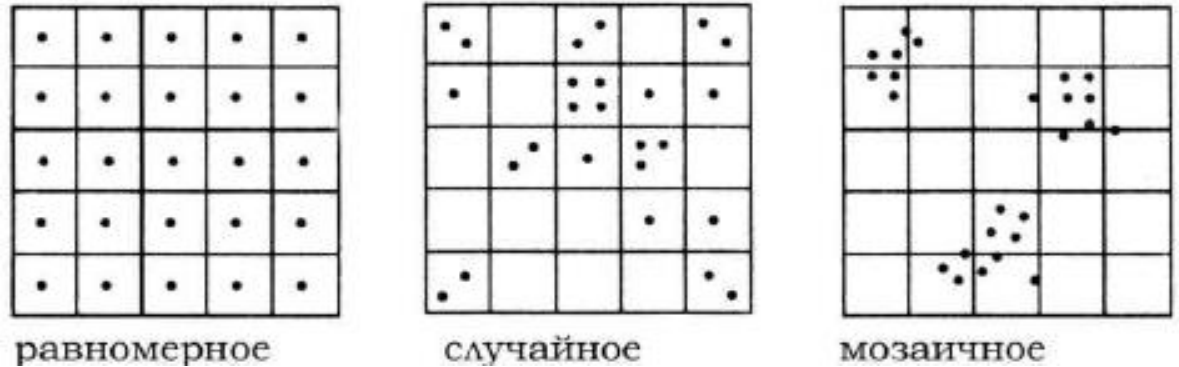


Рисунок 2 – Виды распределения особей в пространстве и времени

Выделяют два типа активности территориального поведения животных:

- оно может быть направлено либо на обеспечение собственного существования и неприкосновенности своей территории,
- либо на установление более тесных отношений с соседями.

Тип территориального поведения животных может меняться в период размножения. По окончании сезона размножения у многих видов распределение по индивидуальным участкам сменяется групповым образом жизни с иным типом поведения (например, у травоядных), либо наоборот (у хищников).

В зависимости от вида животных и территориального поведения различают следующие устойчивые группы животных:

Семья – устойчивое объединение особей, основанное на половом влечении, связях между родителями и потомками, на территориальной общности и необходимости совместной заботы о потомстве.

Стадо – группа животных одного вида, которые объединяются на постоянной или временной основе для совершения совместных действий по добыче пищи, перекочёвке, защите и нападению. Стая – аналогичная стаду группа особей у хищников, птиц, рыб.

Прайд – устойчивая группа особей в популяции львов

Колонии – это отношение отдельных организмов одного вида живущих вместе, обычно на основе взаимной выгоды, например, для защиты или нападения на большую добычу.

Свойствами популяции являются:

- целостность;
- относительная изолированность, связанная в первую очередь с возможностью расселения особей (либо гамет!) и наличием препятствий;
- довольно большое число особей (обычно от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч);
- структурированность, т. е. наличие связанных друг с другом, но различающихся групп особей (самок, самцов, личинок и т. п.);
- временная изменчивость;
- непрерывность передачи генетической информации в длительном ряду поколений;
- уникальность.

Основные характеристики популяции приведены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Характеристика популяции

#### Численность популяции и ее динамика

Для разных видов существует свой оптимум численности (если численность ниже определенных пределов, то популяция не сможет существовать). Насекомые - сотни тысяч особей, млекопитающие - сотни особей. На размеры популяции влияют:

- величина ареала;
- обеспеченность пищей (отсюда вспышки размножения особей либо поголовная гибель);





- наличие благоприятных мест размножения(острова размножения для тюленей и моржей);
- биотические факторы – влияние одних популяций на другие(хищник => жертва);
- абиотические факторы(резкая смена погоды, землетрясение, извержение вулканов и т.д.).

**Возрастной и половой состав популяции** характеризуется видовой особенностью. Эти особенности зависят от:

- продолжительности жизни;
- времени достижения половой зрелости;
- типов и интенсивности размножения;
- смертности в разных возрастных группах;
- скорости смены поколений.

Устойчивая популяция включает все возрастные группы от новорожденных, до стариков. В популяциях, клонящихся к закату, слишком много старых особей.

**Возрастное распределение членов популяции** – описывает размер возрастных групп, составляющих популяцию. Обычно представляется в виде вертикально ориентированной столбчатой диаграммы; при наличии полового диморфизма у рассматриваемого биологического вида численность возрастных групп разного пола изображают отдельно, и диаграмма приобретает форму пирамиды. В популяции выделяют три экологические группы:

- предрепродуктивную,
- репродуктивную,
- пострепродуктивную.

Простая возрастная структура популяции состоит из представителей одного возраста; такие популяции крайне уязвимы, поскольку может происходить либо массовая гибель, либо наблюдаться взрыв численности. Сложная возрастная структура популяции возникает, когда в ней представлены все возрастные группы. Такие популяции не подвержены резким колебаниям численности.

**Смертность** – число погибших в популяции особей в определенный отрезок времени, выражается в процентах к начальной или средней величине популяции. Существует три основных типа кривых выживания (смертности):

а) I тип – свойственен организмам, смертность которых на протяжении всей жизни мала, но резко возрастает в ее конце (высшие животные);

б) II тип – характерен для видов, у которых смертность остается примерно постоянной в течение всей жизни (птицы, пресмыкающиеся);



в) III тип – отражает массовую гибель особей в начальный период жизни, при относительно продолжительной жизни переживших его (многие рыбы, беспозвоночные, растения).

**Половое распределение** – формируется на базе различной морфологии (формы и строения тела) и экологии различных полов. Весьма часто встречается различие самцов и самок по характеру и виду пищи.

**Прирост популяции** – разница между рождаемостью и смертностью, прирост может быть положительным, нулевыми и отрицательным.

Кроме того, иногда в приросте популяции учитывают перемещение организмов между популяциями – эмиграцию и иммиграцию.

**Темп (скорость) роста популяции** – средний рост ее за единицу времени.

Поло-возрастная структура популяции представлена на рисунках 4-5.

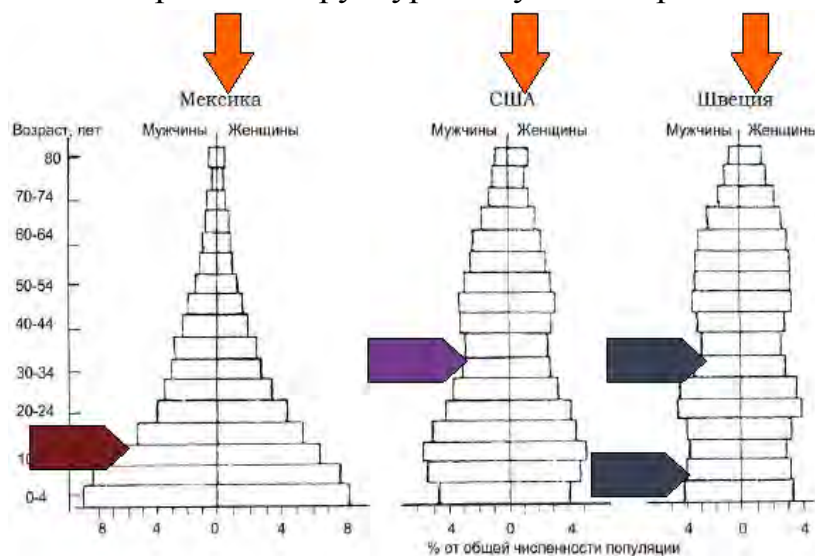


Рисунок 4 – Поло-возрастная структура популяции

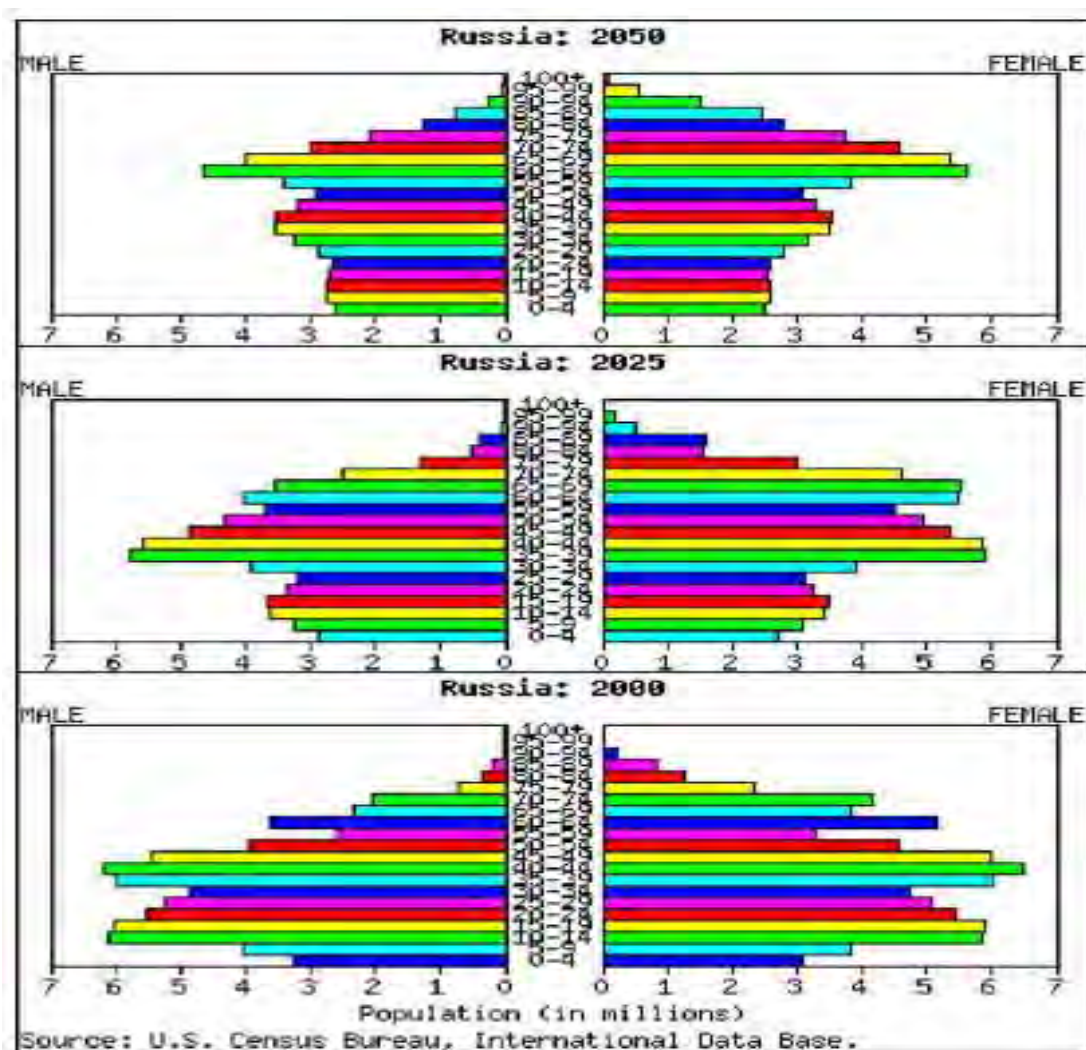


Рисунок 5 – Поло-возрастная структура популяции

### 3. Концепции жизненных стратегий:

Леонтий Григорьевич Раменский (1884 - 1953) в 1938 г. выделил для растений 3 ценобиотических типа:

- виоленты ("львы") — "конкурентно мощные растения, они захватывают территорию и удерживают ее за собой, подавляя, заглушая соперников энергией жизнедеятельности и полнотой использования среды",
- пациенты ("верблюды") — "берут не энергией жизнеспособности и роста, а своей выносливостью к крайне суровым условиям, постоянным или временным",
- эксплеренты ("шакалы") — "имею очень низкую конкурентную мощность, но зато способны очень быстро захватывать освобождающиеся территории, заполняя промежутки между более сильными растениями".

Роберт Хелмер Мак-Артур (1930 -1972) и Эдвард Осборн Уилсон (Вильсон) (р. 1929) для живых организмов в зависимости от особенностей строения, размеров, роста и развития предложили деление их на К- и г-стратегов (таблица 1).

Таблица 1 – Жизненные стратегии

Признак	r-стратег	K-стратег
Численность популяции	Очень изменчива, может быть больше емкости среды обитания	Обычно близка к емкости среды обитания
Оптимальный тип климата и местообитаний	Изменчивый и/или непредсказуемый	Более или менее постоянный, предсказуемый
Смертность	Обычно катастрофическая	Небольшая
Размер популяции	Изменчивый во времени, неравновесный	Относительно постоянный, равновесный
Конкуренция	Часто слабая	Обычно острая
Онтогенетические особенности	Быстрое развитие, раннее размножение, небольшие размеры, единственное размножение, много потомков, короткая жизнь (менее 1 года)	Относительно медленное развитие, позднее размножение, крупные размеры, многократное размножение, мало потомков, долгая жизнь (более 1 года)
Способность к расселению	Быстрое и широкое расселение	Медленное расселение

#### 4. Динамика популяций

Динамика популяции – это процессы изменений ее основных биологических показателей (численности особей, биомассы, популяционной структуры и т.д.) во времени. Для обобщения характера популяционной динамики различных видов, а также для прогнозирования развития популяций используются математические модели, среди которых особо выделяют две – экспоненциальную и логистическую.

В условиях, когда развитие популяции не лимитируется факторами внешней среды (среди которых основными являются количество доступной пищи и пространства для жизни), любая популяция способна к неограниченному росту численности. При этом скорость ее роста будет определяться биотическим и репродуктивным потенциалом.



*Модель Мальтуса* — рост по экспоненте. Если бактерия будет делиться каждые 20 мин, то при сохранении этих темпов через 36 ч ее потомки покроют весь земной шар слоем толщиной 30 см, а еще через 2 ч - 2 м!



Томас Роберт Мальтус (1766-1834)

Модель Мальтуса (формула 1):

$$N_t = N_0 e^{rt}, \quad (1)$$

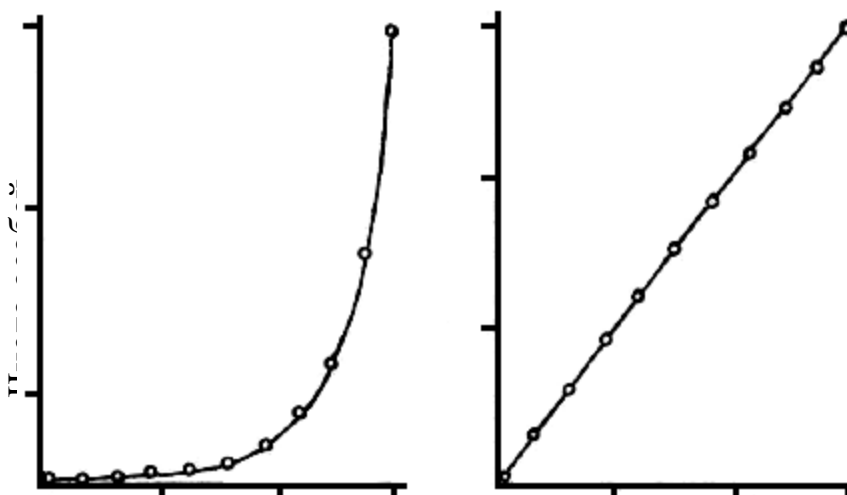
где  $N_0$  — исходная численность,

$N_t$  — численность во время  $t$ ,

$e$  — основание натуральных логарифмов,

$r$  — врождённая скорость роста (мальтузианский параметр).

На рисунке 7 приведены графики экспоненциального роста.





0      10      20      30      0      10      20      30

### Рисунок 7 – Экспоненциальный рост

Скорость роста популяций (формула 2):

$$\lambda = R^{1/T}, \quad (2)$$

например,

годовая *скорость роста* калифорнийский морской слон — 1,096  
пашенная полевка — 24 мучной хрущак —  $10^{10}$ .

время *удвоения численности* калифорнийский морской слон — 7,6 года  
пашенная полевка — 80 суток мучной хрущак — 10 суток.

В идеальных условиях число организмов увеличивается в геометрической прогрессии. Это динамика описывается уравнением А. Лотки (формула 3):

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N, \quad (3)$$

где  $r$  – коэффициент прироста изолированной популяции.

Данная математическая модель динамики роста популяции называется также « $r$ -модель», поскольку параметр  $r$  является ключевым в данном уравнении. Проинтегрировав дифференциальное уравнение, получим формулу для прогнозирования роста такой популяции (формула 4):

$$N_t = N_0 e^{rt}, \quad (4)$$

где  $N_0$  — численность популяции в нулевой момент времени,

$N_t$  — биотический потенциал (численность популяции в момент времени  $t$ ),

$e$  — основание натуральных логарифмов (2,718),

$r$  — время.

Экспоненциальная кривая, являющаяся графическим отображением представленной модели, отражает рост популяции некоторых относительно простых организмов (грибковые дрожжи, отдельные виды и микроскопических водорослей, бактерии), однако при некоторых условиях может быть характерна и для более крупных организмов (растения, насекомые, мелкие грызуны).

Модель экспоненциального роста является наиболее упрощенной и идеализированной. В реальности рост численности популяций любого вида никогда не бывает бесконечным, и на любой территории имеет пределы. Эти пределы называют емкостью среды. Модель динамики численности популяции при ограниченных ресурсах среды предложили Р. Пирл и А. Ферхюльст (формула 5):

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N \cdot \frac{K - N}{K}, \quad (5)$$

где  $K$  – емкость среды, предел численности популяции.

Популяционная динамика приведена на рисунке 8.

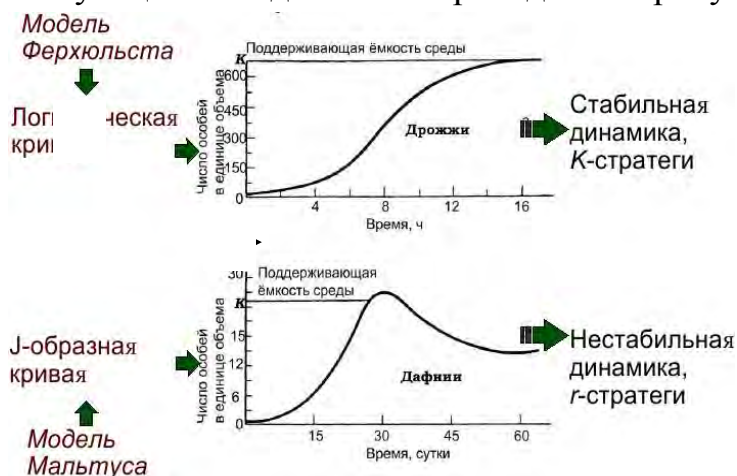


Рисунок 8 – Популяционная динамика

### Правило Уинни-Эдвардса

Согласно правилу пищевой корреляции (правило Уинни – Эдвардса), в ходе эволюции сохраняются только те популяции, скорость размножения которых соответствует количеству пищевых ресурсов среды их обитания.

Отступление от этого правила ведет к вымиранию популяции, или же происходит снижение темпов размножения, и численность популяции сокращается. Однако безгранично сокращаться популяция не может. Достигнув минимально возможной численности, численность популяции начинает расти. Если при этом в определенный момент времени интенсивность смертности и рождаемости выравнивается, то популяция



переходит в стабильное состояние; если такого выравнивания не происходит, численность популяции может превысить емкость среды, исчерпать доступные ресурсы и в результате погибнуть.

### Принцип Олли

Согласно принципу В. Олли, агрегация (скопление) особей, как правило, усиливает конкурентную борьбу за пищевые ресурсы и жизненное пространство, но приводит к повышению способности группы к выживанию. Таким образом и «перенаселенность», и «недонаселенность» ареала могут быть лимитирующими факторами в развитии популяций.

Типы популяционной динамики приведены на рисунке 9.

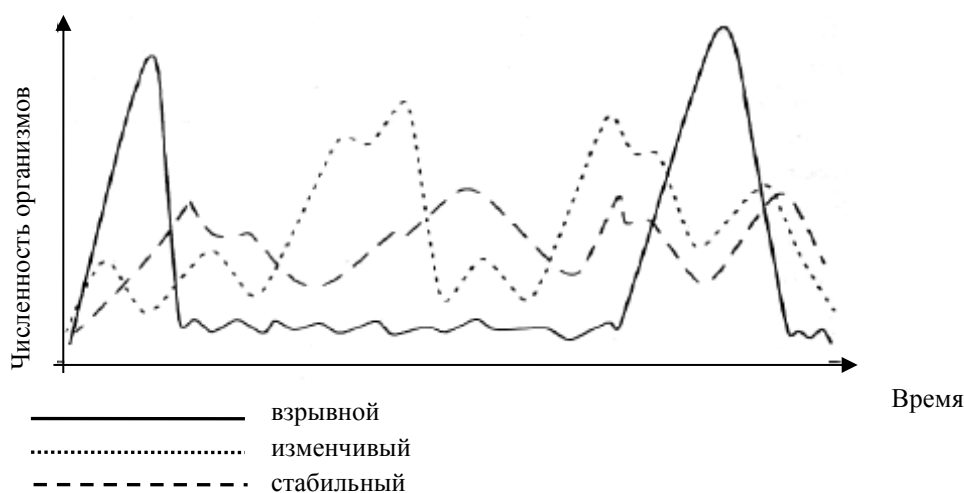


Рисунок 9 – Типы популяционной динамики

### Гомеостаз популяции

Способность популяции поддерживать определенную численность своих членов называется **гомеостазом популяции**.

В основе этого эволюционного свойства лежат изменения физиологических особенностей, роста, поведения каждой особи в ответ на увеличение или уменьшение числа членов популяции.

Механизмы популяционного гомеостаза определяются экологической спецификой вида, его подвижностью, степенью воздействия хищников, паразитов и др. При этом возникает отрицательная обратная связь: повышение плотности популяции усиливает действие механизмов, снижающих эту плотность.

Положительная обратная связь, наоборот, усиливает действие фактора. В результате действия положительной и отрицательной обратной связи возникает важнейшее свойство популяции – способность к саморегуляции в динамически меняющейся среде.

### 5. Факторы среды и организм

Среда - это все, что окружает организм и влияет на его жизнедеятельность. На Земле выделяются 4 среды жизни:

- водная,
- наземно-воздушная,
- почвенная,
- живой организм.

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

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

Экологический фактор — любой элемент среды, оказывающий прямое или косвенное влияние на живые организмы, и на который организмы реагируют приспособительными реакциями.

Экологические факторы подразделяются на:

- 1) факторы неживой природы (температура, свет, радиоактивное излучение, давление, солевой режим и т. д.) — абиотические;
- 2) факторы живой природы (формы взаимодействия между организмами) — биотические;
- 3) факторы антропические, определяющие воздействие человека на окружающую среду, приводящие к ее изменению.

Влияние экологических факторов на организм. Законы минимума и максимума. Толерантность и экологическая пластичность вида

**Правило экологической индивидуальности Раменского:** каждый вид специфичен по экологическим возможностям адаптации, двух идентичных видов не существует.

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

Зависимость выносливости вида от интенсивности экологического фактора представлена на рисунке 10.



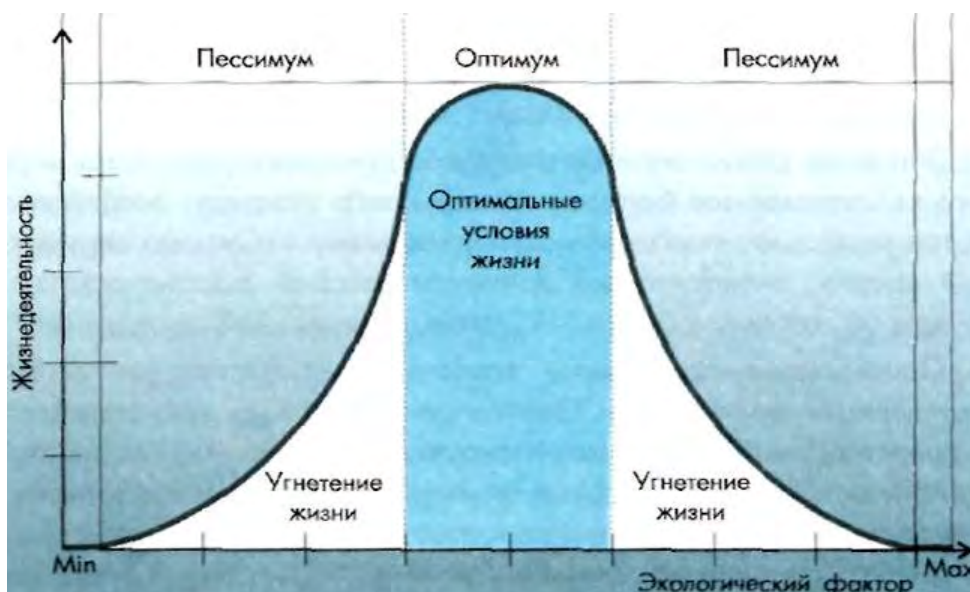


Рисунок 10 – Зависимость выносливости вида от интенсивности экологического фактора

*Минимум (максимум)* – это значение экологического фактора, при котором еще возможно существование организма.

Диапазон значений экологического фактора от минимума до максимума называется *пределами выносливости (толерантности)* вида по отношению к определенному фактору среды.

Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется *оптимумом*.

Условия, при которых жизнедеятельность организма максимально угнетается, но он еще может существовать, — *зона пессимума*.

**Экологическая пластичность (валентность)** — **свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды** (рисунок 11). Виды с низкой экологической пластичностью и узкими пределами выносливости называются *стенобионтными*. Виды с широкими пределами выносливости называются *эврибионтными*.





Рисунок 11 – Экологическая пластичность

Следствия из закона толерантности:

- организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий - в отношении других факторов;
- организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены;
- если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то может сузиться и диапазон толерантности к другим экологическим факторам;
- периоды размножения обычно являются критическими для организмов, т.е. пределы толерантности у размножающихся особей и потомства меньше, чем у взрослых особей.

**Правило взаимодействия факторов:** организм в определенной мере способен заменить дефицитное вещество или другой действующий фактор жизни функционально близким веществом или фактором.

**Закон незаменимости фундаментальных факторов:** полное отсутствие в среде фундаментальных (физиологических) факторов не может быть заменено другими факторами.

Фактор, уровень которого приближается к пределам выносливости организма, называется **лимитирующим**.

**Закон минимума Либиха:** В комплексе экологических факторов сильнее действует тот, который наиболее близок к пределу выносливости».

Вопросы:

1. Предложите примеры популяций разных иерархических уровней. Что определяет границы их ареалов?

2. Какие внешние факторы и свойства популяций влияют на расселение популяций?
3. Какие внешние факторы и свойства популяций влияют на динамику популяций?
4. Как жизненные стратегии влияют на динамику и расселение популяций?
5. Какие математические модели предложены для прогнозирования? В чем их ограниченность?
6. Какие факторы обеспечивают гомеостаз популяции?
7. Опишите закономерности влияния факторов внешней среды на организм.



## Тема 5 Глобальные проблемы загрязнения атмосферы

Рассматриваемые вопросы:

- 1) Атмосфера – роль, строение, состав.
- 2) Глобальные проблемы окружающей среды.
- 3) Глобальные проблемы загрязнения атмосферы:
  - а) парниковый эффект,
  - б) разрушение озонового слоя,
  - в) кислотные дожди,
  - г) смог.
- 4) Альтернативные точки зрения на глобальные экологические процессы

### 1) Атмосфера – роль, строение, состав

**Атмосфера** – воздушная оболочка Земли, вращающаяся вместе с ней  
Химический состав воздуха:

- азот – 78 %,
- кислород – 20,96 %,
- аргон – 0,93 %,
- углекислый газ – 0,035 %,
- а также: криптон, ксенон, неон, гелий, водород, радон, метан, озон.

Основные функции атмосферы:

- регулирует климат Земли, предохраняя ее от чрезмерного охлаждения и нагревания;
- в процессе большого (геологического) круговорота выполняет роль переносчика влаги;
- является средой распространения света и звука;
- служит источником кислородного дыхания, воспринимает газообразные продукты обмена веществ, оказывает влияние на теплообмен и другие функции живых организмов;
- защищает Землю от метеоритов и ультрафиолетового излучения.

**Загрязнением атмосферы** считается изменение ее состава в результате поступления газообразных, жидких и твердых примесей

Основными источниками загрязнения атмосферы являются:

- *природные* (естественные) –загрязнители минерального, растительного или микробиологического происхождения, к которым относятся извержения



вулканов, лесные и степные пожары, пыль, пыльца растений, выделения животных и др.;

- искусственные (антропогенные):

а) *бытовые* – загрязнители, обусловленные сжиганием топлива в жилом секторе и переработкой бытовых отходов;

б) *производственные* – загрязнители, образующиеся как выбросы при технологических процессах, отоплении;

в) *транспортные* - загрязнители, образующиеся при работе всех видов транспорта.

атмосферу Беларуси ежегодно выбрасывается около 1 млн т загрязняющих веществ (ЗВ) при этом примерно 75 % выбросов приходится на выбросы автотранспорта. Из выбросов стационарных источников 54 % связаны с сжиганием топлива, а 46 % - с технологическими процессами.

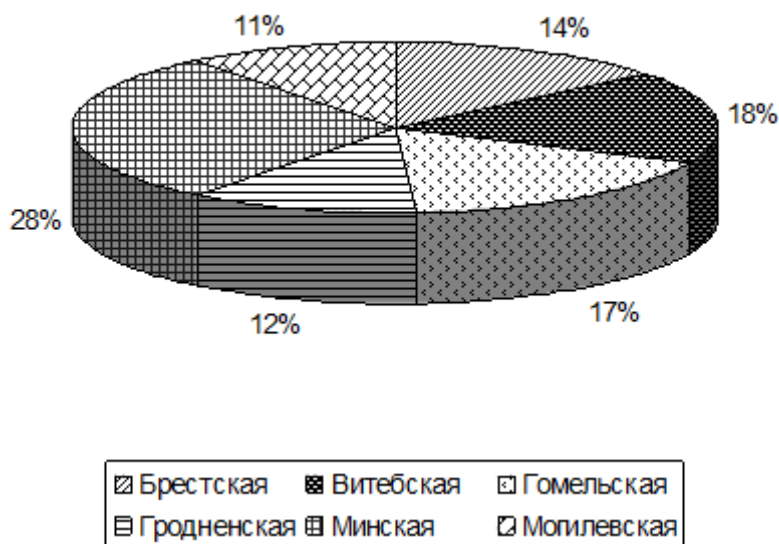


Рисунок 1 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по областям Беларуси

Состав выбросов в атмосферу Беларуси изображен на рисунке 2.



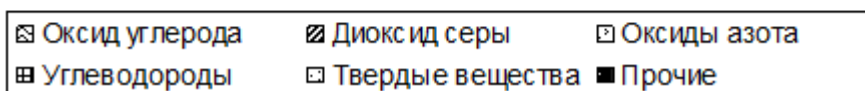
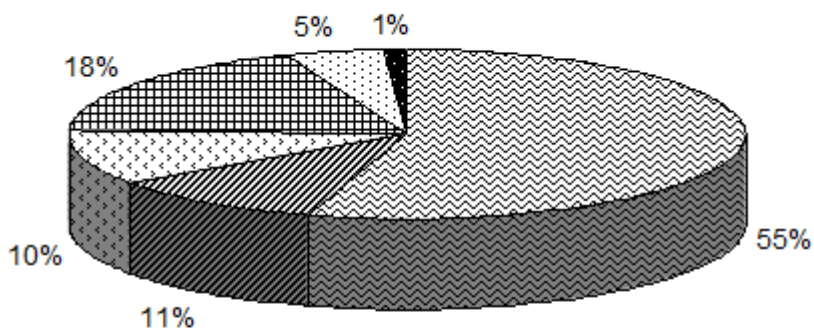


Рисунок 2 – Состав выбросов в атмосферу Беларуси

### 3) Глобальные проблемы окружающей среды

Основная проблема окружающей среды – воздействие на нее деятельности человечества:

- загрязнение окружающей среды;
- опустынивание территорий;
- изменение климата;
- истощение природных ресурсов;
- деградация сельскохозяйственных земель.

Изменение климата представлено на рисунке 3.

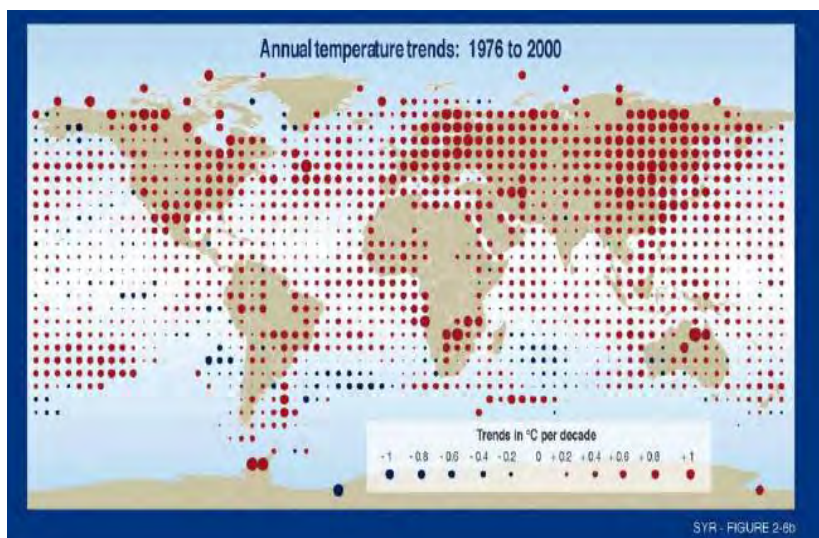


Рисунок 3 – Изменение климата



На рисунке 4 приведены данные по изменению температуры планеты.

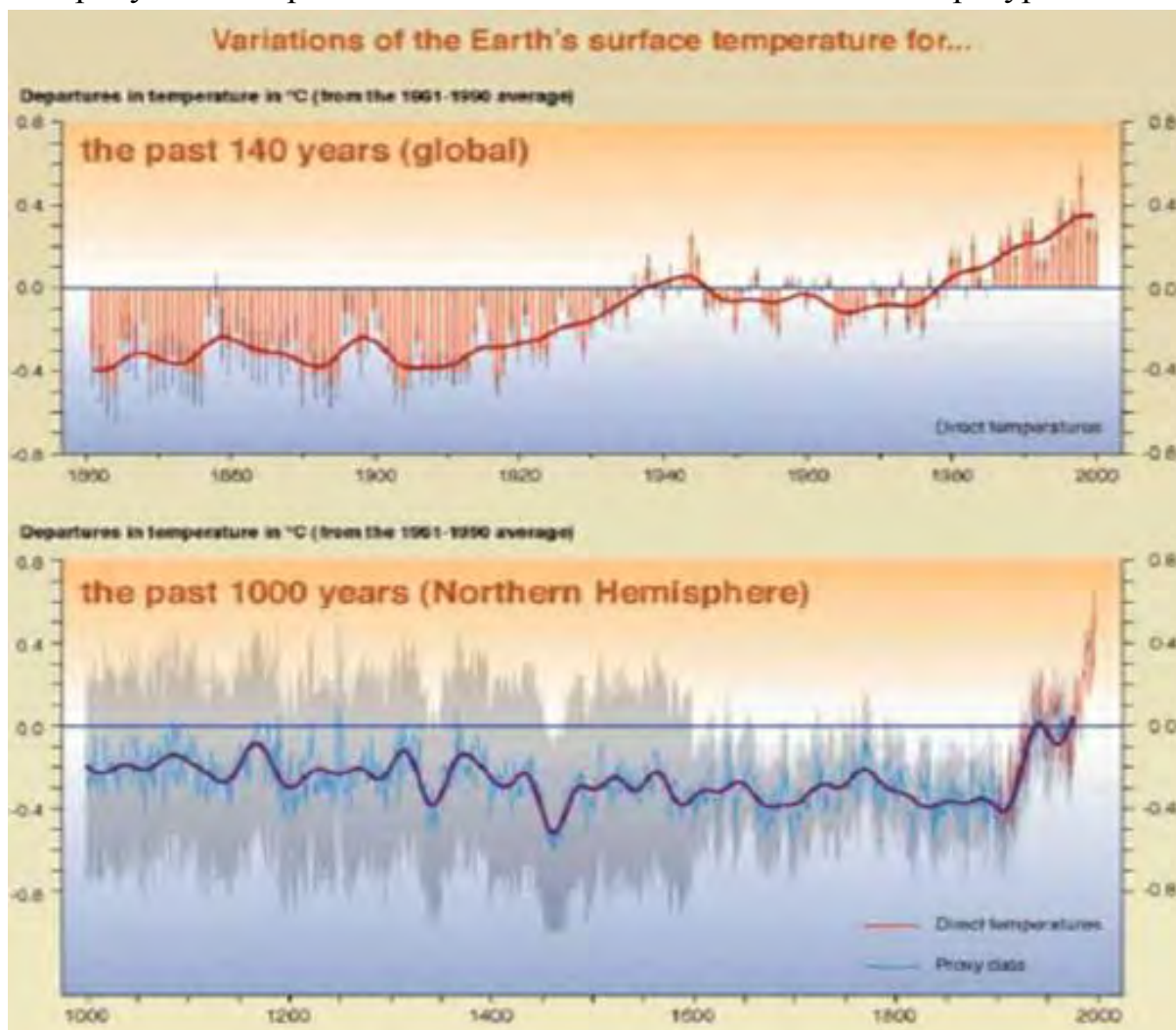


Рисунок 4 – Изменение температуры поверхности Земли

**Парниковый эффект:** процесс повышения среднегодовых температур и выравнивания средних температур сезонов года за счет выбросов в атмосферу парниковых газов:

- пары воды,
- диоксид углерода,
- оксиды азота,
- метан,
- озон,
- фреоны.

Парниковые газы и их участие в парниковом эффекте приведено в таблице 1.

Участие газов в парниковом эффекте (без водяного пара) изображено на рисунке 5.

Таблица 1 – Парниковые газы и их участие в парниковом эффекте

Парниковый газ	Эмиссия, Мт/год	Доиндустриальная концентрация	Современная концентрация	Время жизни в атмосфере	Парниковая эффективность
Углекислый газ	6 000	280	355	50-200 лет	1
Метан	300-400	0,8	1,7	10 лет	58
Оксиды азота	4-6	0,285	0,32	140-190 лет	206
Фреоны	1	0	0,001	65-110 лет	4860
Озон	-	-	0,22	Часы-дни	2000

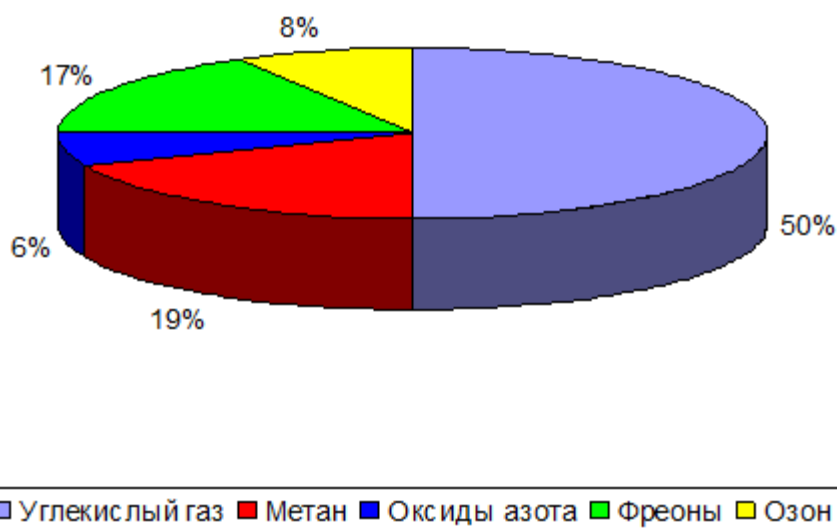


Рисунок 5 – Участие газов в парниковом эффекте (без водяного пара)

Изменения климата Земли:

- рост глобальной температуры Земли. За период 1890-1980 гг. рост глобальной температуры составил 0,7 градуса. Считается, что глобальная температура за период с 1990 по 2100 г. увеличится на 3,5 ° С;
- вариация осадков. Предполагается, что вариация изменения осадков будет находиться в пределах от -35 % до +50 %;
- увеличение частоты опасных погодных явлений, таких как тропические циклоны, штормы, засухи, экстремальные температуры воздуха и пр.

Последствия усиления парникового эффекта приведены на рисунке 6.



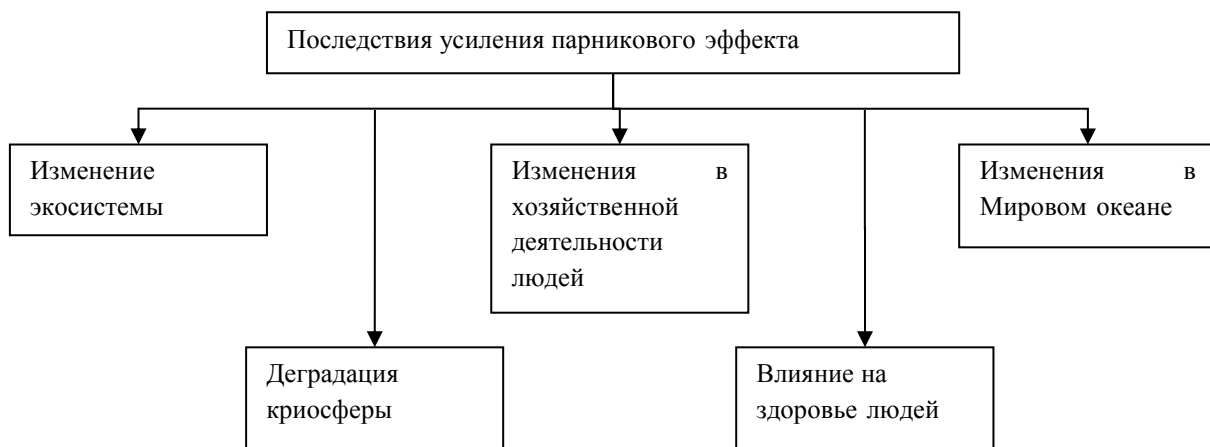


Рисунок 6 – Последствия усиления парникового эффекта

Изменение экосистем суши в результате усиления парникового эффекта схематично изображено на рисунке 7.

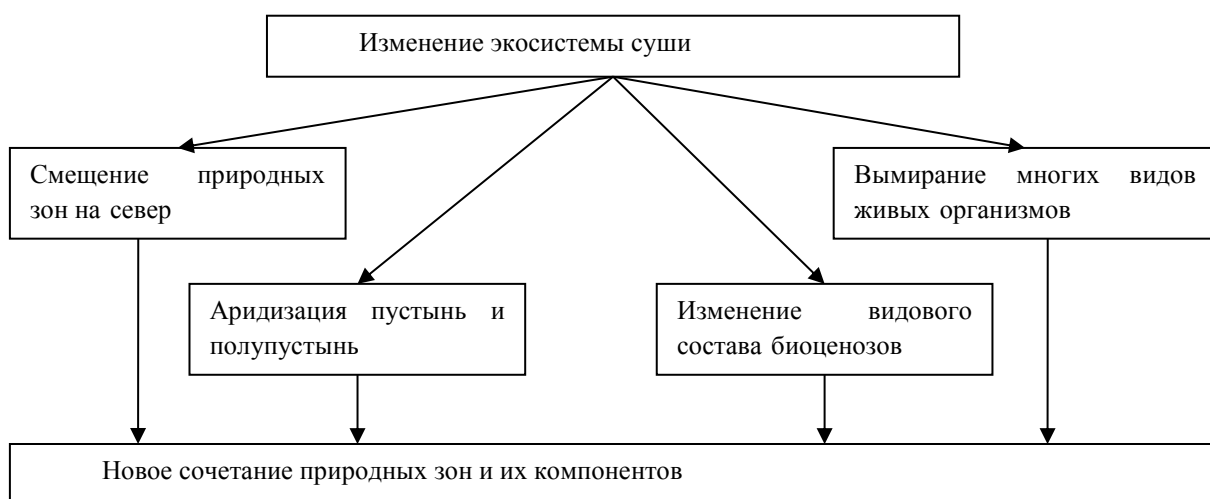


Рисунок 7 – Изменение экосистем суши в результате усиления парникового эффекта

Последствия деградации ледникового покрова Земли представлены на рисунке 8.

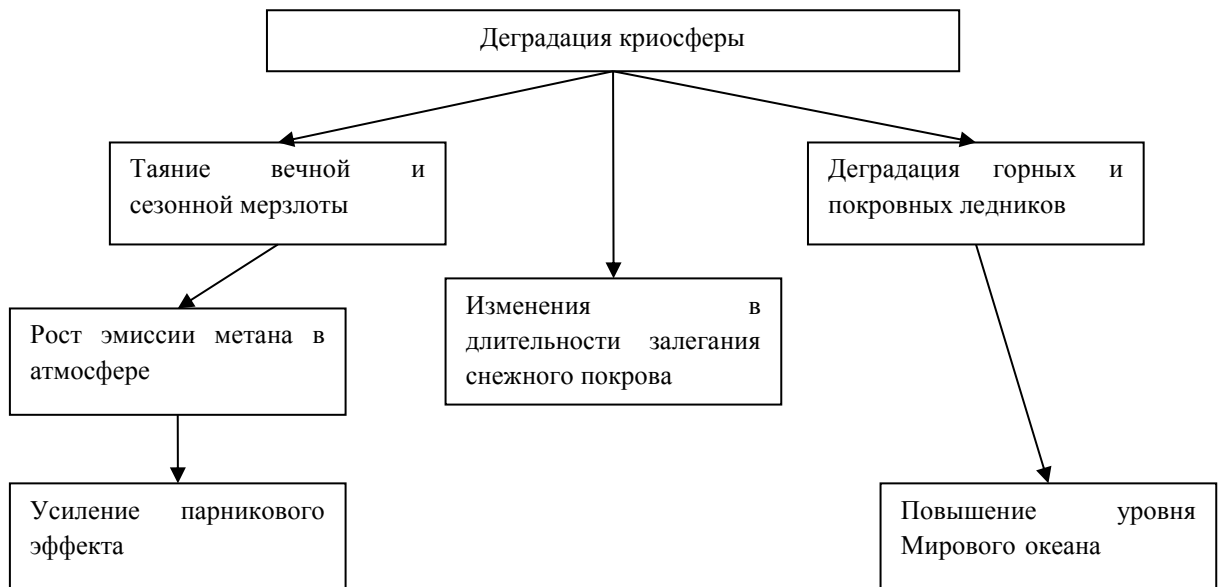


Рисунок 8 – Последствия деградации ледникового покрова Земли

Последствия усиления парникового эффекта для Мирового океана приведены на рисунке 9.

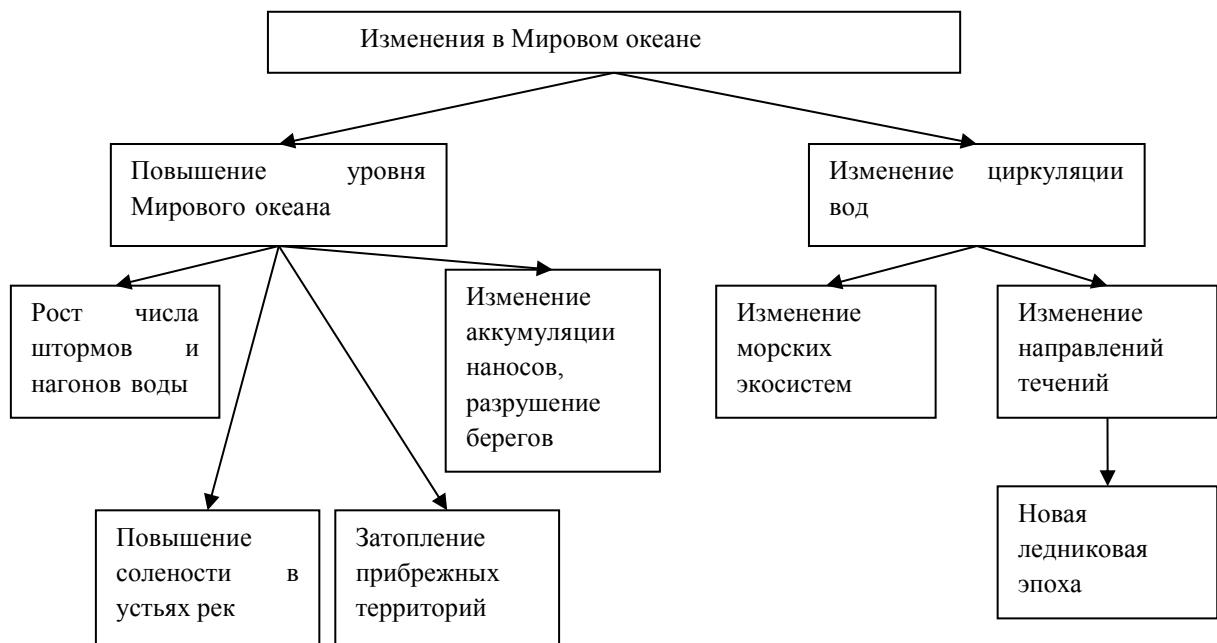


Рисунок 9 – Последствия усиления парникового эффекта для Мирового океана

Влияние усиления парникового эффекта на хозяйственную деятельность людей в виде схемы представлено на рисунке 10.



Рисунок 10 – Влияние усиления парникового эффекта на хозяйственную деятельность людей

Влияние усиления парникового эффекта на здоровье людей представлено на рисунке 11.



Рисунок 11 – Влияние усиления парникового эффекта на здоровье людей

Наиболее эффективным способом стабилизации парникового эффекта следует считать значительное сокращение выбросов углекислого газа. Этого можно достичь:

- развитием альтернативной энергетики, ГЭС,
- энергосбережением,
- технологическими решениями (очистные сооружения).

Основные международные документы – Рамочная конвенция ООН об изменении климата (1992 г., Рио-де-Жанейро) и Киотский протокол (1997 г.).



Антропогенная эмиссия и депонирование углекислого газа представлены на рисунках 12 и 13.

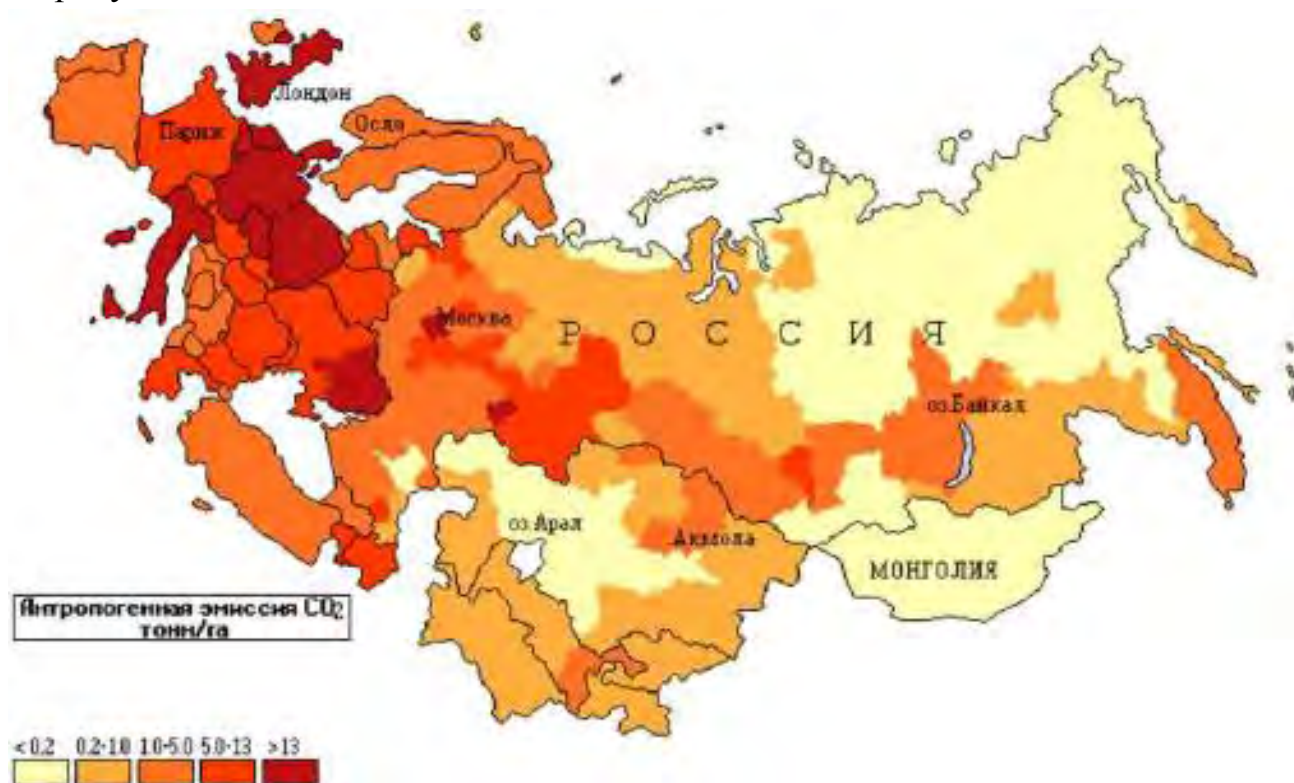


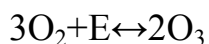
Рисунок 12 – Антропогенная эмиссия углекислого газа



Рисунок 13 – Депонирование углекислого газа

## Проблема сохранения озонового слоя

Природный озон образуется в результате фотохимических реакций в атмосфере.



где E – энергия фотонов ультрафиолетового излучения Солнца или грозовых разрядов. При многих технологических процессах, например при электросварке, при работе кварцевых ламп, также образуется ультрафиолетовое излучение и происходит превращение кислорода воздуха в озон.

Эта фотохимическая реакция обратима, поэтому в атмосфере поддерживается динамическое равновесие: при уменьшении концентрации озона и достаточном количестве энергии ультрафиолетового излучения прямая реакция ускоряется. При избыточном накоплении озона, а также при недостатке энергии преобладает обратная реакция – трансформация озона в молекулярный кислород.

Для характеристики разрушения озонового слоя на рисунке 17 приведено сравнение состояний озонового слоя на 10 мая и 18 декабря 2004г.

Озон – едкий, слегка голубоватый газ. Характерный запах озона ощущается при концентрации 0,0001 %. При нормальном приземном давлении весь атмосферный озон образовал бы слой всего 3 мм толщиной.

Озон – сильнодействующий яд, по токсичности превосходящий синильную кислоту.

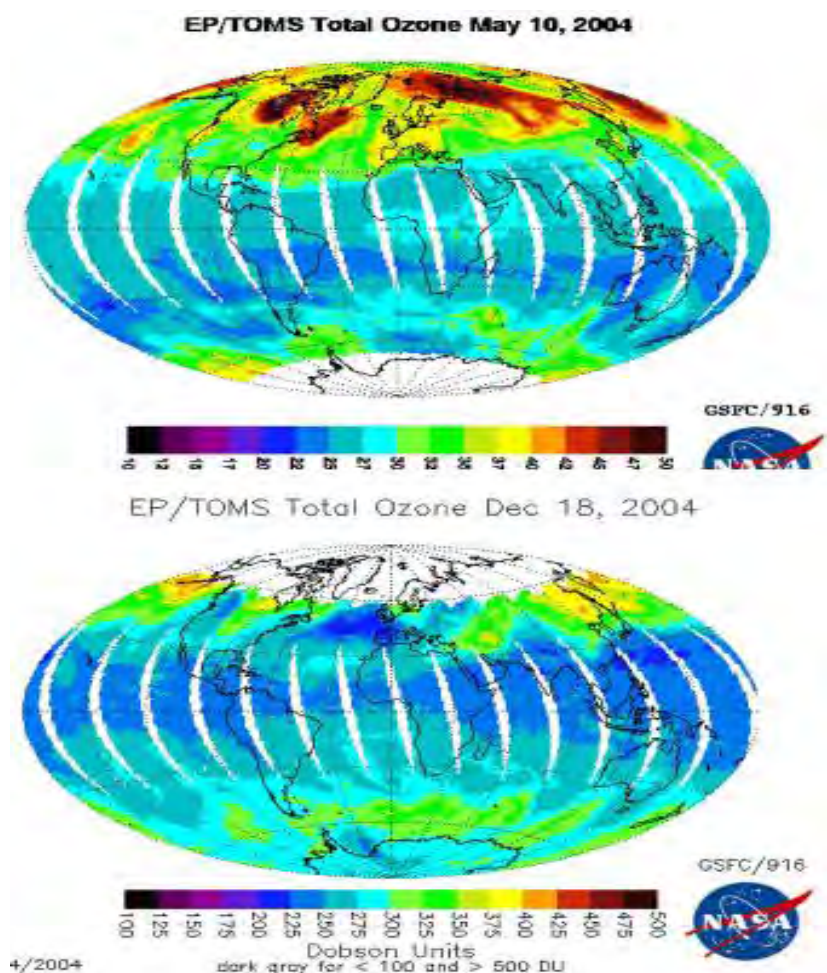


Рисунок 14 – Сравнение состояний озонового слоя на 10 мая и 18 декабря 2004 г.

**Содержание озона различается по высоте и по широтам:** озоновый слой тоньше в экваториальных районах и толще в полярных. В нижних слоях атмосферы его содержание невелико, максимальное количество озона наблюдается на высотах 18-24 км (озоновый слой), выше 35 км содержание озона в атмосфере пренебрежимо мало.

Свойства озона:

- способность поглощать УФ-излучение Солнца,
- способность поглощать инфракрасное излучение, вследствие чего озон относят к парниковым газам,
- высокая химическая активность (окисляющая способность), вследствие чего озон является компонентом фотохимического смога,
- участие в стратосферной циркуляции атмосферы.

Значение озона для биосферы

Большие дозы УФ-излучения могут вызвать ожоги кожи и канцерогенные реакции, повреждения глаз. УФ-излучение ингибирует

(тормозит) фотосинтез УФ-Б излучение влияет на структуру сообществ фитопланктона, его продуктивность

Тренд содержания озона представлен на рисунке 15.

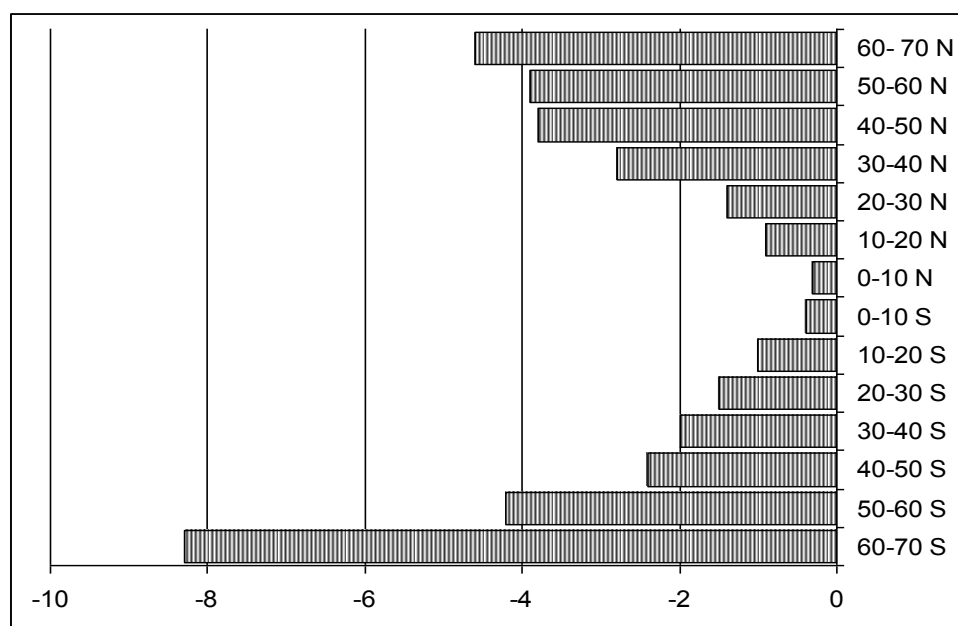


Рисунок 15 – Тренд содержания озона

Циклы разрушения озона:

- азотный (полеты авиации, азотные удобрения, сжигание топлива, ядерные взрывы);
- водородный (ракеты, выбросы из угольных шахт, добыча нефти и природного газа, свалки, рисовые поля, домашние животные);
- хлорный (фреоны).

**Озоновые дыры** (рисунок 16) – это области с пониженным (на 40-60 % от нормы) количеством озона в атмосфере

Причины возникновения озоновой дыры в Антарктиде:

- климатическая;
- загрязнение стратосферы фреонами.

Мероприятия по сохранению озонового слоя.

Главным способом сохранения озонового слоя признано уменьшение выбросов озоноразрушающих веществ (ОРВ).

В 1985 г. в Вене была подписана Конвенция по охране озонового слоя, а в 1987 г. - Монреальский протокол по запрещению выбросов ОРВ в



атмосферу. В 1990 г. в Лондоне и в 1992 г. в Копенгагене были внесены поправки к Монреальскому протоколу.

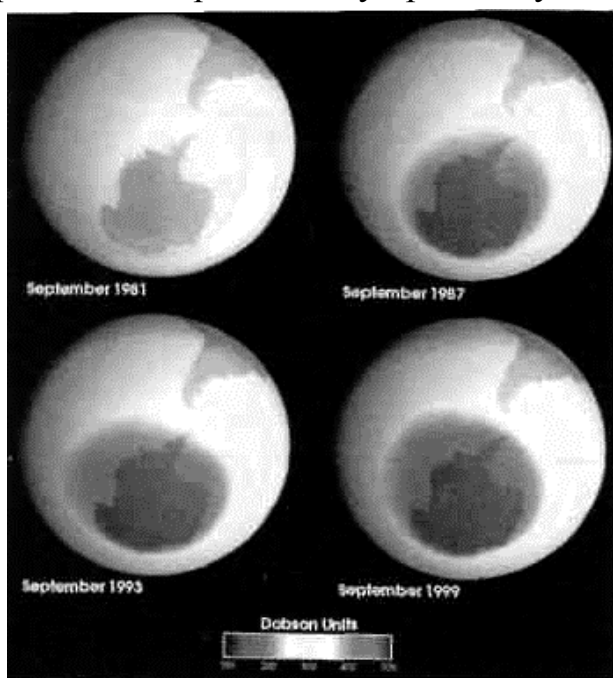


Рисунок 16 – Изменение величины озоновых дыр с сентября 1981 по сентябрь 1999

Генеральная Ассамблея ООН в декабре 1994 г. приняла решение объявить 16 сентября международным днем охраны озонового слоя Земли.

**Кислотные осадки** – это все виды метеорологических осадков - дождь, снег, град, туман, дождь со снегом (рис. 17), - pH которых меньше 4. Дождевая вода в чистом виде имеет слабокислую реакцию (pH=5,6-5,7).

Кислотный дождь образуется в результате реакции между водой и такими загрязняющими веществами, как диоксид серы и различными оксидами азота. Вступая в реакцию с водой атмосферы, они превращаются в растворы кислот - серной, сернистой, азотистой и азотной. Затем, вместе со снегом или дождем, они выпадают на землю.

Источники соединений серы:

- естественные источники:

а) процессы разложения органического вещества без доступа кислорода.

Эмиссия серы составляет 30-40 млн т в год;

б) вулканическая деятельность. Эмиссия серы составляет 2 млн т в год.

- антропогенные источники: на первом месте - уголь, сжигаемый на ТЭС, который дает 70 % антропогенных выбросов серы, а также другие виды топлива и отдельные отрасли промышленности (металлургическая,



нефтеперерабатывающая и предприятия по производству серной кислоты). Эмиссия серы составляет 60-70 млн т. в год.

Источники оксидов азота являются:

- естественные источники:

а) почвенная эмиссия, связанная с деятельностью почвенных бактерий.

Эмиссия оксидов азота составляет 8 млн т в год;

б) грозовые разряды. Эмиссия оксидов азота составляет 8 млн т в год;

в) горение биомассы. Эмиссия оксидов азота составляет 12 млн т в год;

г) прочие источники. Эмиссия оксидов азота составляет 2-12 млн т в год;

- антропогенные источники:

а) горение ископаемого топлива (уголь, нефть, газ и т. д.);

б) транспорт;

в) эмиссия оксидов азота в результате деятельности человека составляет 12 млн т в год.

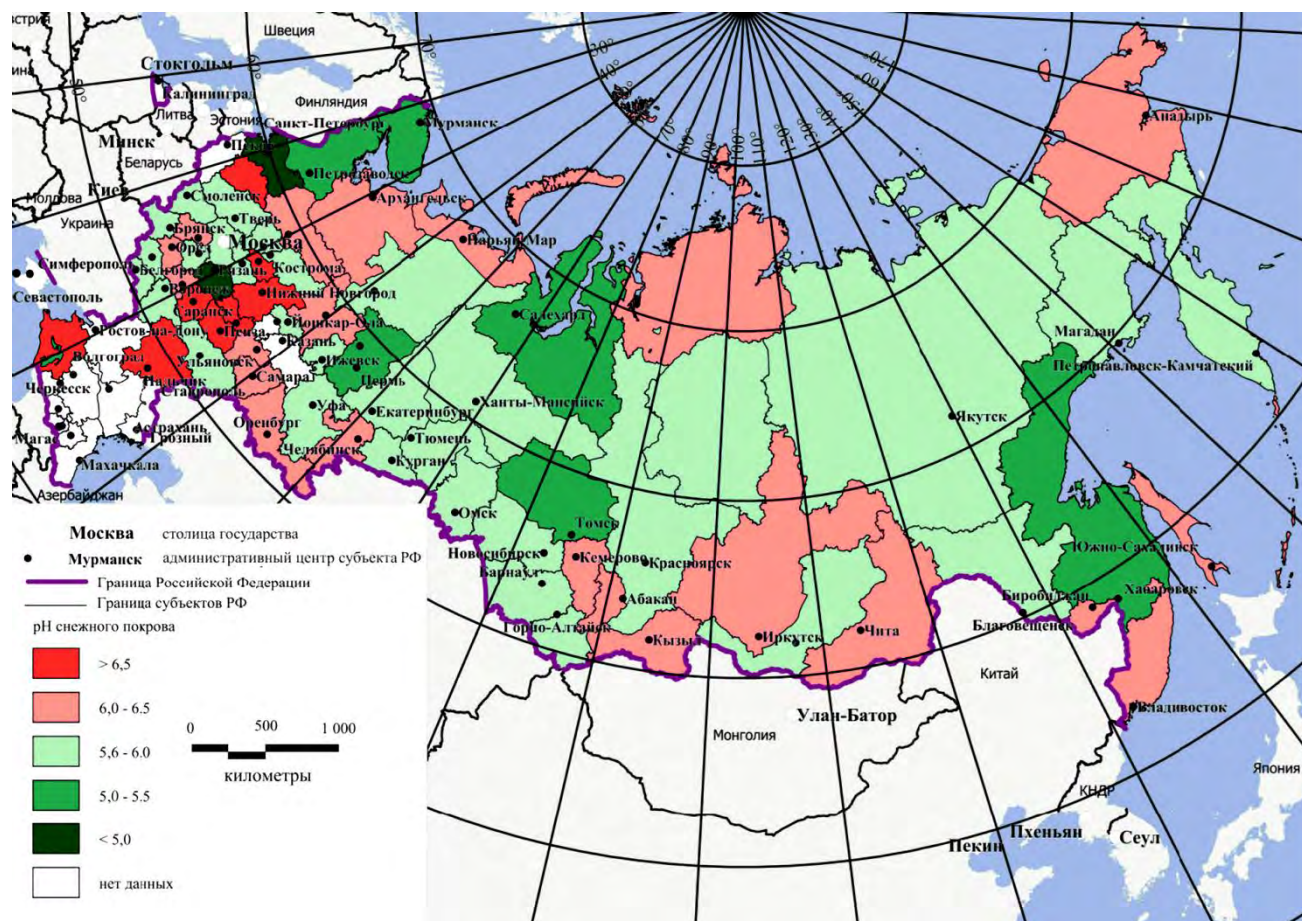


Рисунок 17 – Средние показатели кислотности снежного покрова зимой 2013-2014 гг.

**Трансграничный перенос загрязнений** – перемещение кислотообразующих газов на огромные расстояния в атмосфере. Источники кислотных осадков в Беларуси представлены на рисунке 18.

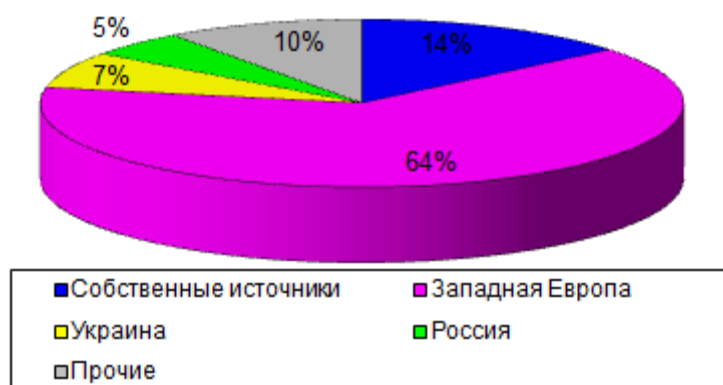


Рисунок 18 – Источники кислотных осадков в Беларуси

Кислотные осадки наносят ущерб экосистемам и человеку (рисунок 19).

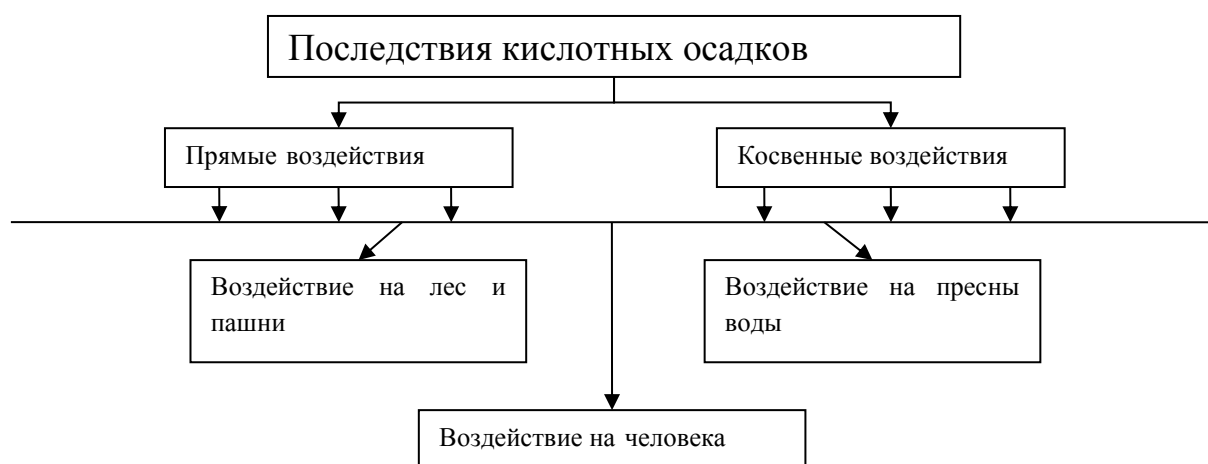


Рисунок 19 – последствия выпадения кислотных осадков.

Воздействие кислотных дождей на леса и пашни:

- оксиды азота в небольших количествах способствуют росту деревьев;
- закисление почвы и вымывание микроэлементов;
- растворение тяжелых металлов, вызывающее гибель растений;
- влияние на проницаемость мембран, вызывающее гибель растений;
- влияние на процессы почвообразования, влекущее деградацию экосистемы.

Воздействие на пресные водоемы:

- рост кислотности воды вызывает угнетение водной растительности, планктона и других организмов;



- увеличение растворимости тяжелых металлов вызывает гибель водных организмов.

Воздействие на человека:

- повышение заболеваемости;
- при поступлении оксидов серы и азота при дыхании;
- при поступлении тяжелых металлов с водой;
- ущерб строительным и дорожным конструкциям, памятникам архитектуры.

Мероприятия по снижению негативного воздействия кислотных осадков:

- сокращение выбросов двуокиси серы и окиси азота:

- а) развитие альтернативной энергетики, ГЭС,
- б) энергосбережение,
- в) технологические решения (очистные сооружения, применение высоких труб на заводах, предварительная обработка топлива с целью снижения содержания серы, повышение температуры сжигания топлива).

- известкование или внесение фосфорных удобрений в небольших количествах в экосистемы;

- обработка памятников культуры специальной глазурью;

- международные соглашения – Конвенция о трансграничном загрязнении атмосферы (1979 г.), которая содержит большое количество протоколов, регламентирующих сокращение выбросов кислотообразующих газов, контроль их содержания в атмосфере, международное сотрудничество и финансирование мероприятий, направленных на снижение воздействия кислотных осадков на экосистемы и человека.

**Смог** (токсический туман) – это опасное атмосферное явление, возникающее при неблагоприятных погодных условиях и характеризующееся высокими концентрациями загрязняющих веществ в приземном слое воздуха.

Типы смога:

- *восстановительный (лондонский) смог*. Погодные условия: положительные, невысокие температуры воздуха (от 0 до +8 °C), высокая относительная влажность воздуха, туман, малая скорость ветра (штиль). Основными токсическими компонентами являются: сажа, диоксиды серы и азота;
- *фотохимический (лос-анджелесский) смог*. Погодные условия: положительные, высокие температуры воздуха (от +24 до +32 °C), низкая относительная влажность воздуха, малая скорость ветра (штиль). Основными токсическими компонентами являются: оксиды азота, углеводороды, содержащиеся в выхлопных газах автомобилей;





- ледяной смог.

Смог воздействует на слизистые оболочки человека, вызывая першение в горле, кашель, слезотечение, а также головные боли, снижение работоспособности, обострение хронических заболеваний, особенно сердечно-сосудистых и верхних дыхательных путей.

Распределение промышленных загрязнений представлено на рисунке 20.



Рисунок 20 – Распределение промышленных загрязнений

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ НА ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

(Из статьи Г.Т. Фрумина «Глобальные экологические проблемы: путь к катастрофе или миф?»)

Хозяйственная деятельность человечества в течение последнего столетия привела к серьезному загрязнению нашей планеты разнообразными отходами производства. Воздушный бассейн, воды и почва в районах крупных промышленных центров часто содержат токсичные вещества, концентрации которых превышают предельно допустимую концентрацию (ПДК). Поскольку случаи значительного превышения ПДК довольно часты и наблюдается рост заболеваемости, связанной с загрязнением природной

среды, в последние десятилетия специалисты, а вслед за ними и население стали употреблять термин «экологический кризис». В настоящее время глобальный экологический кризис включает четыре основных компонента: кислотные дожди, парниковый эффект, загрязнение планеты суперэкоотоксикантами и так называемые озоновые дыры.

Вместе с тем, оценка современной экологической ситуации учеными-экологами далеко неоднозначна. Одни из них считают, что тотальная экологическая катастрофа (ТЭК) уже наступила. По мнению других, мир еще только вступает в глобальный экологический кризис, а лидеры русского географического общества убеждают нас в том, что нет ни того, ни другого.

По сути, к аналогичному мнению пришел и датский статистик Б. Ломборг. В своей книге автор доказывал, что такие обсуждаемые в СМИ глобальные проблемы, как перенаселенность, истощение нефтяных запасов, сокращение количества лесов, вымирание видов, нехватка воды и некоторые аспекты глобального потепления, не подтверждаются статистическими данными.

Ломборг доказывает в своей книге безосновательность большинства мрачных и грозных предсказаний и описаний экологического состояния нашей планеты, и перспектив на ближайшее будущее. При этом он использует статистические данные, которые публикуют те же учёные-экологи и международные организации, демонстрируя наглядно, как их политические заявления расходятся с зачастую полученными ими же результатами исследований и оценками состояния окружающей среды. Конечно, говорит Ломборг, далеко не всё хорошо и многое надо улучшать, но состояние окружающей среды улучшается в последние десятки лет почти по всем параметрам, и все пессимистические прогнозы прошлых лет оказываются просто-напросто смехотворно неверными, что позволяет косвенным образом судить и о текущих таких же прогнозах того же рода.

В целом Ломборг критикует алармистские настроения и считает, что страх перед экологической катастрофой искусственно раздут и не имеет под собой серьезных оснований. На самом деле, утверждает Ломборг, положение не ухудшается, а улучшается, рост населения земного шара приостановился, пройдя свой пик, сельское хозяйство хорошо справляется со своими задачами, загрязнение воздуха снижается, леса вовсе не исчезают, уменьшение популяции тех или иных видов животных носит естественный, циклический характер, и даже глобальное потепление имеет не столь угрожающий характер, как это рисуют некоторые специалисты и вторящие им журналисты.





Цель Ломборга – не просто опровергнуть те или иные предсказания, а показать несостоятельность современного и почти универсального мифа о состоянии окружающей среды и о влиянии на неё нашей цивилизации. Этот миф он называет “the Litany”.

Такое несовпадение точек зрения допустимо и объяснимо. Идет поиск истины. Наука – это всегда борьба идей. Нередко она переходит в борьбу людей науки. Как правило, сталкиваются разные научные школы во главе со своими капитанами. Но не все ученые играют по правилам. Было бы наивно думать, что экология развивается без помех. Как у каждой медали есть обратная сторона – с истинной экологией сосуществует лженаука (псевдонаука).

О глобальном потеплении и его катастрофических последствиях для всех государств и регионов говорят уже более 20 лет.

В 1995 г. Межправительственной экспертной группой по изменению климата (МГЭИК) опубликован доклад, часто упоминаемый как «Платформа 2500 ученых». Авторы документа приняли его на основе консенсуса. В 2001 г. упомянутый коллективный документ опубликован в измененном и дополненном виде от лица почти тысячи специалистов. Главное в нем: усиление парникового эффекта в течение 1990–2100 гг. вызовет потепление климата на 1,5–5,8 °С.

Согласно оценкам МГЭИК, опубликованным в 2007 г., с достоверностью, превышающей 90%, антропогенный фактор ответствен за большую часть глобального потепления, наблюдаемого с середины XX века. Вероятность усугубления антропогенных изменений климата в течение XXI в. также превышает 90%.

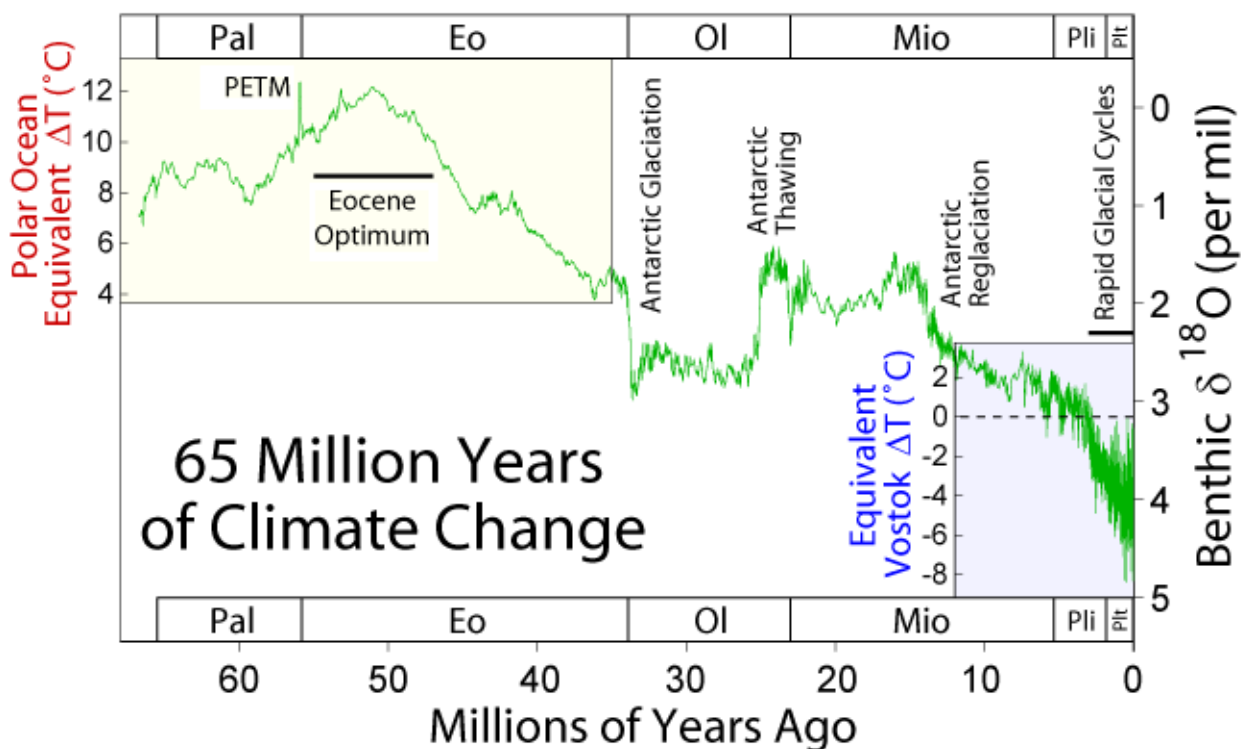
Глобальное изменение климата стало одной из главных научных проблем человечества. В 1990 г. сорок девять выдающихся ученых мира – лауреатов Нобелевской премии – обратились к мировому сообществу с призывом ограничить выбросы в атмосферу парниковых газов, так как, по их мнению, глобальное потепление, обусловленное этими выбросами, представляет собой самую серьезную экологическую проблему человечества.

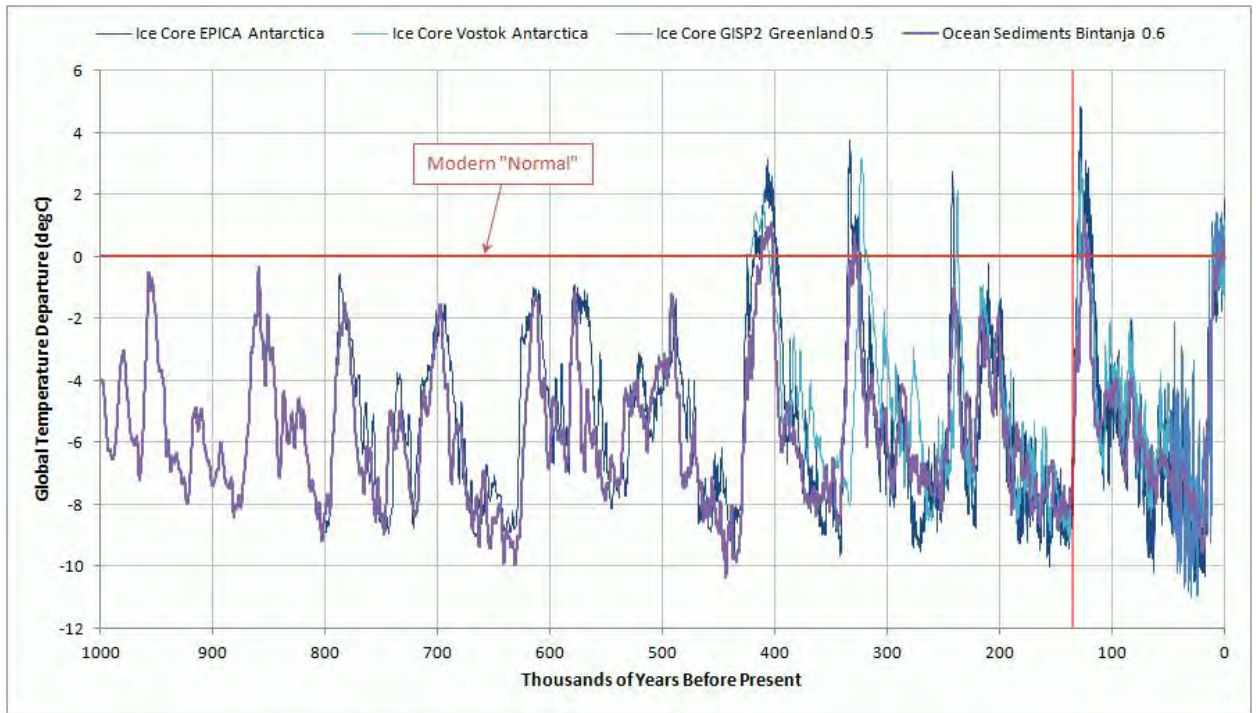
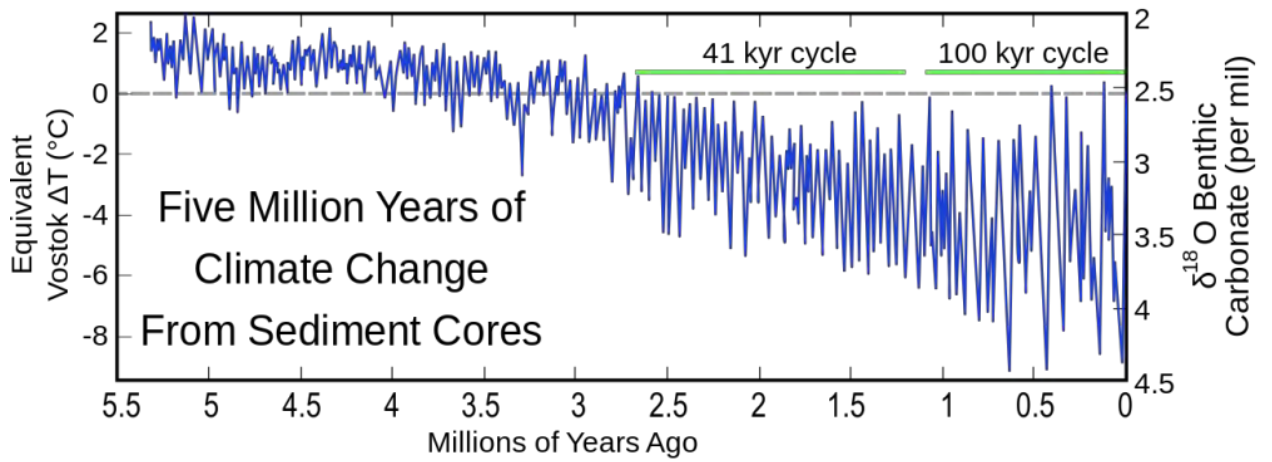
В 1990 г. крупнейшие климатологи планеты подготовили доклад для Межправительственной группы экспертов по проблемам изменения климата, образованной Генеральной ассамблеей ООН, в котором пришли к заключению, что выбросы в атмосферу парниковых газов приводят к дополнительному нагреву земной поверхности. По мнению экспертов, при сохранении современных темпов потепления через полвека на планете может быть достигнута температура, которой не знало человечество за весь период своего существования. В конце 1990-х гг. категоричность мнения о



глобальном потеплении ослабла, широкое распространение получила, прежде всего среди ученых, точка зрения о недоказанности антропогенного происхождения глобального потепления и его реальности.

По мнению члена-корреспондента РАН профессора А.П. Капицы, глобальное потепление – наукообразный миф. Аргументы заключаются в следующем. «Есть два очень интересных источника сведений о прошлом Земли: бурение скважин в Антарктиде и Гренландии. Скважины уходят в толщу льда на глубину в несколько тысяч метров. Берутся образцы керна, в этом керне находятся пузырьки воздуха тех эпох, когда откладывался снег, а в пузырьках – состав атмосферы. Современными тончайшими методами мы устанавливаем количество углекислого газа и других газов, количество кислорода, температуру, при которой выпадал снег, и целый ряд других характеристик. Хорошо прослежены все классические ледниковые периоды, периоды потепления, и соответствующее им количество углекислого газа в атмосфере. И вот оказалось, что углекислый газ не предшествует потеплению, а идет после потепления, что вполне объяснимо: 90% углекислого газа растворено в Мировом океане и процесс изъятия углекислого газа из воды бесконечен. Если вы нагреете океан хоть на полградуса, то он сразу выбрасывает массу углекислого газа в воздух, что и зарегистрировано в скважинах. Наоборот, в случае похолодания океаны с легкостью поглощают углекислый газ.





<http://www.climate-emergency-institute.org/>



<http://aftershock.su/>



Например, ледниковая шапка, покрывающая Северный Ледовитый океан, полностью определяется средней температурой в полярной области. Малейшее потепление приводит к сокращению шапки, увеличивается площадь открытой воды, отдающей углекислый газ атмосфере. При похолодании количество углекислого газа в атмосфере падает. Однако эти процессы слабо связаны с человеческой деятельностью».

По мнению А.П. Капицы, доля выбросов  $\text{CO}_2$ , связанных с хозяйственной деятельностью человека, составляет проценты от общего оборота углекислоты в природе. Основные источники углекислого газа в атмосфере: вулканическая деятельность, пожары, дыхание животных и растений. Источник кислорода – фотосинтез. Поступление и ассимиляция углекислого газа сбалансированы. «Избыток» углекислого газа активизирует фотосинтез. Уменьшение его концентрации в одном месте компенсируется ростом в другом. Общая эмиссия углекислого газа в атмосферу составляет 750 млрд тонн в год. При дыхании животных выделяется около 3 млрд тонн. Примерно столько же углекислого газа выделяется в результате деятельности людей (по ориентировочным расчетам в 1995 г. это количество составило 4,6 млрд тонн). Таким образом, в результате жизнедеятельности животных и социальной активности человека выделяемое количество углекислого газа существенно меньше, чем его выделение при извержении вулканов и пожарах. Для справки отметим, что в мире насчитывается около 12 000 вулканов, 2000 из которых находятся на суше и 10 000 – на океанском дне. Действующих вулканов около 700, из которых в среднем 55–60 извергаются каждый год. Иными словами, пока масштабы антропогенного загрязнения атмосферы уступают глобальной естественной эмиссии.

Существует большое несоответствие между способами измерения, проводящимися в различных географических точках, а также несоответствие и несогласованность в методах и графиках проведения календарных работ. Наконец, существует, так называемый, эффект городского теплового острова. Многие люди знают, что в ночное время суток температура в загазованном, покрытом асфальтом городе может быть на  $2,8\text{ }^\circ\text{C}$  выше, чем в окружающей сельской местности. Поскольку в последние десятилетия отмечается рост городов вокруг аэропортов, где размещено большинство геодезических станций, производящих замеры различных показателей погоды, величина среднего глобального потепления скорее всего, преувеличена.

В качестве причины повышения температуры называется парниковый эффект, вызванный антропогенным увеличением концентрации углекислого газа в атмосфере. Образное название «парниковый эффект» получило природное явление, суть которого заключается в том, что атмосфера





задерживает идущее от земной поверхности тепловое излучение (подобно плёнке над огородным парником).

Парниковые газы пропускают излучение в видимом диапазоне и поглощают в инфракрасном. Таким образом, парниковые газы удерживают на Земле дополнительное количество энергии. Иными словами, атмосфера играет роль своеобразного «одеяла», удерживающего тепло аналогично стеклянной или пластмассовой крыше парника. Газы, задерживающие тепловое излучение и препятствующие оттоку тепла в космическое пространство, называются парниковыми газами.

Благодаря парниковому эффекту среднегодовая температура у поверхности Земли в последнее тысячелетие составляет примерно 15 °С, без него она опустилась бы до -18 °С, и существование жизни на Земле стало бы невозможным.

Существующая практика включает шесть основных парниковых газов: диоксид углерода (CO<sub>2</sub>), метан (CH<sub>4</sub>), закись азота (N<sub>2</sub>O), и три газа-предвестника: оксид углерода (CO), оксиды азота (NO<sub>x</sub>), неметановые летучие органические соединения (НМЛОС). Киотский протокол включил в обязательства Сторон количественное ограничение и сокращение эмиссий по шести газам: диоксиду углерода, метану, закиси азота, а также гидрофторуглеродам (ГФУ), перфторуглеродам (ПФУ) и гексафториду серы (SF<sub>6</sub>).

Влияние конкретного газа на радиационный баланс, а значит, и на температуру Земли, зависит от того, как он поглощает ИК-излучение, от его концентрации и от присутствия других соединений, поглощающих в том же диапазоне длин волн. По спектрам поглощения видно, что большую часть уходящего длинноволнового излучения поглощают пары воды и углекислый газ.

Природные климатические изменения представляют собой сложное наложение из чередующихся циклов тепла и холода разной амплитуды и длительности. Кроме астрономических факторов, на климат влияют мощные извержения вулканов, поступление в океан огромных масс холодной воды при таянии гигантских айсбергов и многое другое.

Кривая изменения температурных условий на Земле за последние 420 тыс. лет асимметрична. Переходы от ледниковых эпох к межледниковым происходили гораздо быстрее, чем наоборот. Пики тепла наступали стремительно. Коротким, по сравнению с ледниковыми эпохами, межледниковьям была присуща самая напряженная в смысле улучшения обогрева солнечным теплом ситуация. Доказательств, что антропогенное потепление подавило природную траекторию изменения климата, у





сторонников такой точки зрения недостаточно. Так, ими не объясняется, почему в равных парниковых условиях в течение последних 10 тыс. лет, кроме последних двух с половиной веков, климат существенно менялся. Да и на фоне быстрого и непрерывного роста содержания парниковых газов в атмосфере чередование периодов тепла и холода продолжалось.

Климатолог Е.П. Борисенков рассмотрел многофакторную природу парникового эффекта на базе численных экспериментов с климатической моделью системы «атмосфера – деятельный слой океана – глубинный океан» и установил, что к концу XXIII в. потепление за счет источников тепла, вызванных парниковым эффектом, составит  $+2 \dots +2,5$  °С в случае, если рост содержания углекислого газа в воздухе будет соответствовать существующим сценариям. Однако увеличение альбедо (отражательной способности земной поверхности) в случае роста облачности может свести потепление к минимуму. Возможны и другие варианты изменения климата, связанные с флуктуациями солнечной постоянной. По мнению ученого, говорить, что современное потепление климата – дело рук человека, пока нет оснований.

В коллективной работе 2001 г., отчасти выполненной при поддержке Национальной администрации США по авиации и космосу, утверждается:

- предложенные до сих пор сценарии изменений глобального климата – это лишь условные численные эксперименты по чувствительности климата, но никак не прогнозы;

- все еще нельзя предсказать климат будущего, даже зная цифры поступления антропогенного  $\text{CO}_2$  в атмосферу ныне и в перспективе из-за сложности многокомпонентности климатической системы, включающей как внутренне, так и внешне обусловленные воздействия;

- существующие оценки потенциально опасных или катастрофических изменений в окружающей среде вследствие роста содержания атмосферного  $\text{CO}_2$  и других парниковых газов нельзя считать научно обоснованными и количественно определенными.

Практически весь мобильный углекислый газ находится в Мировом океане. Его там в 170 раз больше, чем в атмосфере и в 41 000 (сорок одну тысячу) раз больше, чем получилось бы, если сжечь всю нефть, добытую человечеством в 1976 году.

При глобальном повышении температуры планеты самым грозным результатом будет не таяние полярных льдов, как многие думают, а выход из Мирового океана новых порций углекислого газа в количествах, которые человечество никогда не производило и, видимо, никогда уже не произведёт.



Подсчитано, что если вся энергетика Земли, представленная в основном вулканами, будет направлена в Антарктиду и работать с КПД 100%, то потребуется 100 лет, чтобы растопить льды Антарктиды.

Отметим, что значительные объемы эмиссии углекислого газа в России отчасти объясняются холодным климатом, в котором для обеспечения жизни необходимо значительное количество энергии. Как известно, российские климатические условия являются одними из наиболее суровых в мире. Среднегодовая температура выше +10 °С в российской Федерации отмечается лишь на юге страны – в Краснодарском крае и Дагестане. Россия является одним из мировых лидеров по холоду, уступая лишь Монголии и Гренландии.

Особо отметим, что благодаря своему обилию наиболее значимым природным парниковым газом являются пары воды. Однако при конденсации в облака роль паров воды становится диаметрально противоположной, так как облака, отражая солнечное излучение, препятствуют нагреву земной поверхности.

Однако на количество паров воды, образующихся при горении топлива и выбрасываемых в атмосферу, обычно не обращают должного внимания. По расчетам А.-Т. А. Пихлака, от сжигания топлива, добытого в 1980 г., могло образоваться 10 062 млн тонн (10,1 км<sup>3</sup>) воды. К 1995 г. это количество возросло уже до 12 211 млн тонн. Максимальное количество выделившейся воды в 1995 г. приходилось на сжигание нефти (33,66 %) и природного газа (33,82 %).

Большое влияние на климат оказывают атмосферные аэрозоли – мелкие частицы, диспергированные в воздухе. Они охлаждают атмосферу, отражая солнечное излучение. Наибольшее внимание получили сульфатные аэрозоли, образующиеся при сжигании серосодержащих топлив. Климатическое воздействие антропогенных аэрозолей – один из главных источников неопределенности при оценке будущих климатических изменений. Обычно принято считать, что аэрозоли оказывают охлаждающее действие на поверхностную температуру из-за рассеивания ими солнечной радиации. Кроме того, аэрозоли оказывают косвенное воздействие на климат, изменяя свойства облаков. Однако помимо рассеивающих частиц, аэрозоли также могут содержать сажевые частицы, которые поглощают солнечное излучение и рассеивают его в виде теплового излучения. Хотя это явление достаточно трудно для исследования, есть данные о том, что оно может приводить к повышению поверхностной температуры, что компенсирует охлаждающее влияние остальных компонентов аэрозоля.



Анализируя статью В. Арутюнова, эксперт редакции «Промышленных ведомостей» заслуженный энергетик российской Федерации, кандидат технических наук В. Болдырев отмечает следующее. «Автор статьи при рассмотрении различных факторов, влияющих на глобальное изменение климата, переносит модель «островных» государств, на территории которых влажность приземного слоя воздуха близка к 100%, на проблемы изменения климата для континентальных государств, в результате чего им не рассматривается определяющая роль водяного пара в глобальном «парниковом» эффекте. По данным же многих учёных, в том числе профессора Е.П. Борисенкова, из 33,2 °С повышения температуры в приземном слое атмосферы, которые даёт «парниковый эффект», только 7,2 °С обусловлено действием углекислого газа, а 26 °С – парами воды. Также известно, что при сжигании углеводородного «горючего» (а тем более – водородного «горючего») «окислитель» – атмосферный кислород – расходуется не только на образование углекислого газа, но и на образование паров воды, создающих дополнительный «парниковый эффект» в приземном слое атмосферы. То есть, даже с позиций сторонников антропогенного происхождения глобального потепления, рассматривать и кватировать следует не антропогенные выбросы углекислого газа, а антропогенное потребление атмосферного кислорода. При этом, естественно, в «парниковом эффекте» будут учтены выбросы и «парникового» углекислого газа и «парникового» водяного пара».

В декабре 1997 г. в Киото (Япония) на Международной конференции по проблемам климата был принят Киотский протокол, который определил конкретные ограничения выбросов парниковых газов странами – участниками конференции. В частности, квота России до 2012 г. составляет 2,4 млрд тонн парниковых газов в год (по сведениям Росгидромета, сейчас Россия «недовыбрасывает» примерно треть от этой квоты). К сожалению, ни одна из развитых стран, ответственных более чем за 80 % выбросов парниковых газов, не ратифицировала Киотский протокол, а США вообще устранились от участия в Киотских переговорах.

Как известно, Киотский протокол ограничивает участвующие в нем страны выбросами углекислого газа уровнями, сложившимися на их территориях в 1990 г.

За превышение придется платить штрафы, независимо от утилизации соответствующих антропогенных выбросов растительным миром этих стран. При этом по отношению к России странами Евросоюза и Японией в Киотском протоколе проявляется явная дискриминация: при поглощении растительным миром России 11,2 млрд тонн углекислого газа в год



разрешается выброс только 2,4 млрд тонн в год, т.е. около 22% от поглощения. А вот в Японии растительный мир поглощает ежегодно 0,4 млрд тонн углекислого газа, однако выбросы углекислого газа, разрешенные Японии Киотским протоколом, составляют 1,2 млрд тонн, то есть 300% от поглощения растительным миром. Для Бельгии выбросы составляют 870%, Германии – 500%, Дании – 440%, Италии – 340%, Нидерландов – 1500%, Великобритании – 680% по отношению к поглощению углекислого газа территорией страны и считаются Киотским протоколом «нормой»!

Ратификация Россией Киотского протокола в его сегодняшнем виде приведет только в электроэнергетике России к необходимости платить в 2020 г. штрафы в сумме 13–29 млрд евро в год, т.к. разрешенные выбросы будут превышены на 125,7–281,9 млн тонн углекислого газа.

Самые катастрофические прогнозы последствий глобального потепления для сельского хозяйства России получены на моделях Канадского климатического центра и Принстонского университета.

Озонный защитный слой, определяющий верхний предел жизни в биосфере, расположен в стратосфере на высоте около 35 км. С этим слоем связан еще один наукообразный миф. В середине сентября 1987 г. представители двадцати четырех стран встретились в Монреале и подписали соглашение, по которому обязались сократить вдвое использование озоноразрушающих хлорфторуглеродов (ХФУ) к 1999 г. Однако, в связи с ухудшающейся ситуацией в 1990 г. в Лондоне были приняты поправки к Монреальскому протоколу. Согласно Лондонским поправкам в список регулируемых ХФУ вошли еще десять веществ и было принято решение прекратить использование ХФУ, галогенов и четыреххлористого углерода к 2000 г., а метилхлороформа – к 2005 г.

Россия как правопреемница СССР обязана была исключить из промышленного производства большой список «вредных для озонового слоя» веществ к 1 января 1996 г. Несколько позже этот срок был отодвинут на четыре года, а США безвозмездно выделили России 26,2 миллиона долларов. В результате в декабре 2000 г. последние семь российских заводов, выпускающих вещества, якобы разрушающие озоновый слой, были закрыты. Отечественная холодильная техника была практически разрушена и фреоновые холодильники уже не могут составить конкуренции агрегатам нового поколения от фирмы «Дюпон» даже при том, что заменители фреонов дороги, токсичны и обладают сильным парниковым эффектом. И это при том, что гипотеза о вредности фреонов до сих пор не подтвердилась.

За миф о том, что фреоны разрушают озоновый слой была присуждена Нобелевская премия. Химические концерны Дюпона, поначалу



сопротивлявшиеся новомодной теории, неожиданно изменили позицию и буквально возглавили движение за отмену фреонов просто потому, что нашли и запатентовали «безвредные для озонового слоя заменители». Дюпону удалось не только изрядно заработать на озоновой «страшилке», но и «загасить» менее расторопных конкурентов.

Изучение озоновых «дыр» показало, что их расположение не совпадает с регионами максимальных техногенных выбросов, что требует, естественно, дополнительных объяснений. Не исключено, что изменение мощности озонового слоя является природным ритмично-колебательным процессом, происходящим сейчас, бывшим в прошлом, но который просто не фиксировался достаточно отчетливо наблюдателями и не имеет четкого отражения в природных феноменах.

Вопросы:

1. Какие функции атмосферы нарушаются при ее загрязнении? Предложите примеры таких загрязнителей.
2. Какие сценарии изменения климата предлагают сторонники «парникового эффекта»?
3. Какие изменения в состоянии биосферы прогнозируются в случае повышения планетарной температуры?
4. Объясните, почему «озоновые дыры» образуются в Антарктиде в полярную ночь?
5. Нарисуйте схему круговорота азота и серы в экосистеме с учетом действия кислотных осадков.



## 6. Тема 6 Антропогенное воздействие на гидросферу

Рассматриваемые вопросы:

1. Состав гидросферы.
2. Роль воды в биосфере.
3. Виды водопользования и водопотребления.
4. Источники и состав загрязнения гидросферы.
5. Загрязнение Мирового океана.
6. Методы обработки и очистки сточных вод.

### 1. Состав гидросферы

**Гидросфера** – прерывистая водная оболочка Земли.

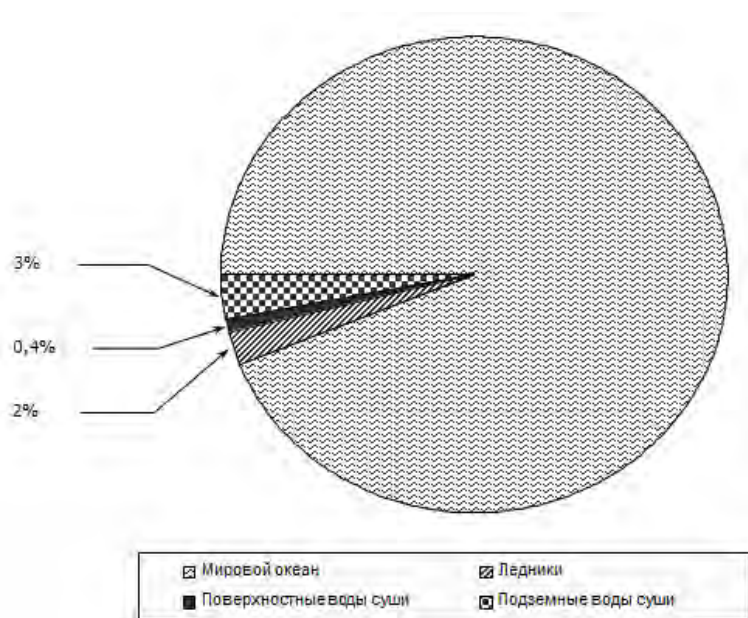


Рисунок 1 – Состав гидросферы

### 2. Роль воды в биосфере

1. Вода – основа существования живых организмов, т.к. является средой и участником биохимических реакций. Потеря человеком 6-8 % жидкости вызывает полубморочное состояние, 10 % - галлюцинации, 12 % - гибель.
2. Вода – аккумулятор солнечной энергии, т.к. обладает теплоемкостью, поэтому Мировой океан – важнейшая составляющая климатической системы Земли.
3. Вода – источник кислорода в реакции фотосинтеза.

**Водные ресурсы** – это весь объем вод гидросферы. В узком смысле под водными ресурсами понимают пригодные для употребления пресные воды. «Водный паек» планеты оценивается в **41 тыс. км<sup>3</sup>/год**. По некоторым оценкам реально доступные для использования ресурсы вод не превышают 15 тыс. км<sup>3</sup>/год.

### 3. Виды водопользования и водопотребления

**Водопользование** – вид эксплуатации водных ресурсов, при котором **существенно не меняются** качественные или количественные характеристики водных ресурсов (рыбоводство, рекреационные водоемы – зоны отдыха);

**Водопотребление** – вид эксплуатации водных ресурсов, при котором уменьшается количество и происходит ухудшение качества используемых водных ресурсов (промышленное, аграрное, бытовое использование и пр.).

Рост мирового водопотребления представлен на рисунке 2.

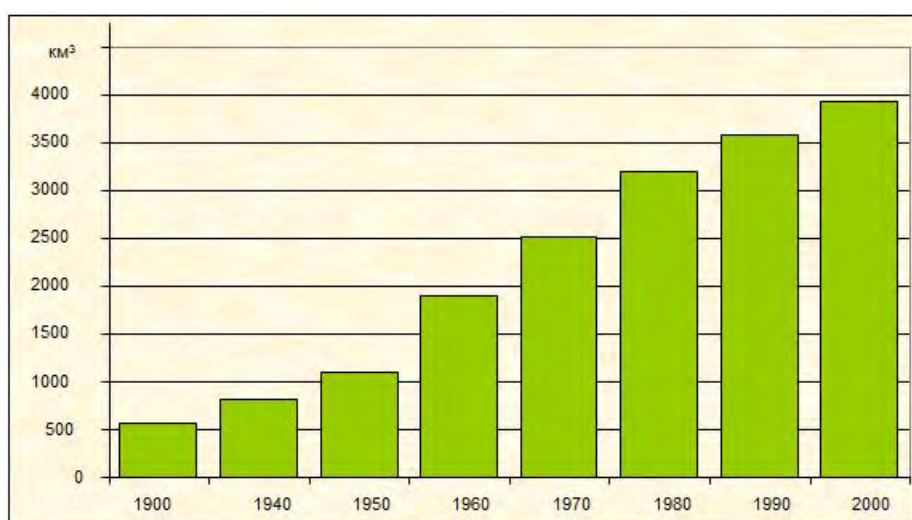


Рисунок 2 – Изменение мирового водопотребления

Структура водопотребления приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура водопотребления

Вид потребления	В среднем по миру, %	Россия, %	Беларусь, %
Сельское хозяйство	70	17	9,5
Промышленность	20	56	31
ЖКХ	10	21	46
Прочие	-	6	13,5

Использование воды в сельском хозяйстве:

- орошение: на 1 га посевов расходуется 12-14 тыс. м<sup>3</sup>/год, а общая площадь орошаемых земель в мире около 300 млн. га
- животноводство: для производства 1 кг молока требуется 4 т воды, а 1 кг мяса – 25 т воды.

Использование воды в промышленности:

- как химический реагент;
- как необходимый компонент в производстве стройматериалов;
- при производстве энергии и охлаждении;
- на растворение, смешивание, очищение и др. технологические процессы.

Структура хозяйственно-питьевого водопотребления изображена на рисунке 3.

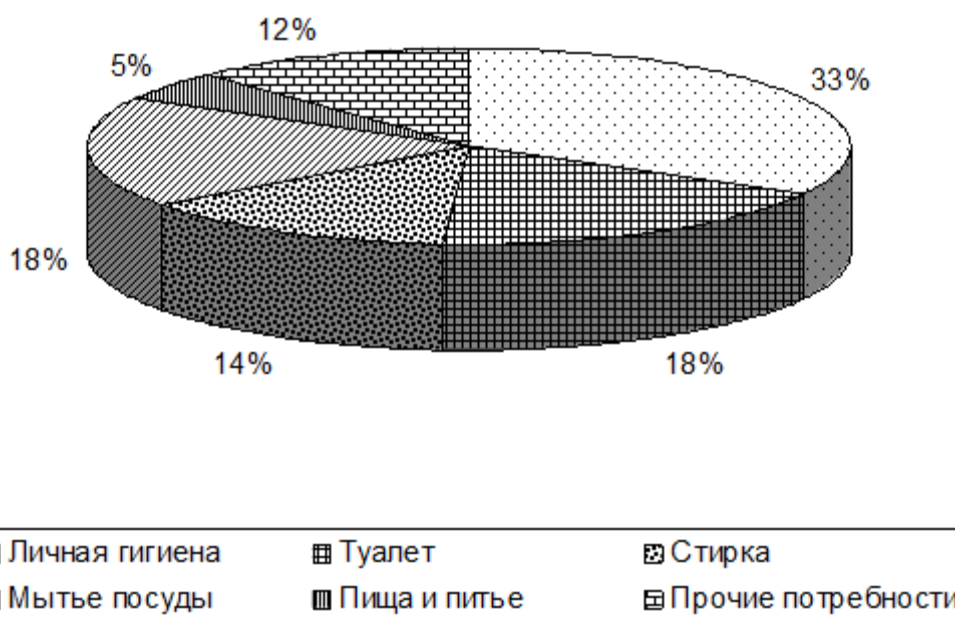


Рисунок 3 – Структура хозяйственно-питьевого водопотребления

#### 4. Источники и состав загрязнения гидросферы

**Загрязнение вод** – изменение свойств воды, вызванное прямым или косвенным влиянием производственной деятельности и бытовых условий, в результате чего вода становится непригодной для использования

Виды загрязнения вод:

- *биологическое* – сброс в водные объекты органических веществ или веществ, способных к брожению;

- *химическое* – сброс в водные объекты разнообразных химических соединений;
- *физическое*, которое имеет разновидности:
  - а) тепловое;
  - б) радиоактивное;
- *механическое* – сброс взвешенных частиц, песка, крупных объектов и пр.

Основные загрязнители гидросферы:

- нефть и нефтепродукты;
- сточные воды;
- ионы тяжелых металлов (наиболее опасны ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, цинк и медь);
- кислотные дожди приводящие к закислению водоемов и к гибели экосистем;
- тепловые загрязнения вызванные сбросом в водоемы подогретых вод ТЭС и АЭС, приводящие к уменьшению количества кислорода и отрицательно влияющие на флору и фауну водоемов;
- механическое загрязнение повышающие содержание механических примесей.

Загрязнение рек и озер:

- большое количество сточных вод, нефтепродуктов, поступают в реки и озера различных регионов мира;
- пестициды. Двигаясь по пищевой цепи, они достигают высокой степени концентрации;
- жидкие радиоактивные отходы производства ядерного топлива и оружейного плутония.

Подземные воды страдают от загрязнений:

- нефтяными промыслами;
- предприятиями горнодобывающей и горно-обогатительной промышленности;
- предприятиями химической промышленности;
- предприятиями пищевой промышленности
- предприятиями энергетики.

Площади очагов загрязнения подземных вод достигают сотен квадратных километров. Из загрязняющих подземные воды веществ, преобладают:

- нефтепродукты;
- фенолы;
- тяжелые металлы (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, ртуть);
- сульфаты;



- хлориды;
- соединения азота.

Перечень веществ контролируемых в подземных водах не регламентирован, поэтому нельзя составить точную картину о загрязнении подземных вод.

**Сточные воды** – это воды, отводимые после использования их в бытовой или производственной деятельности человека. Загрязняющими воду веществами называются вещества, нарушающие нормы качества воды.

**Загрязнения сточных вод разделяют на группы:**

- нерастворимые;
- коллоидные;
- растворимые;
- минеральные (песок, минеральные соли, шлак, кислоты, щелочи);
- органические (растительные и животные);
- бактериальные и биологические.

Среди отраслей промышленности основная доля стоков приходится на:

- лесопереработку и целлюлозно-бумажное производство;
- черную и цветную металлургию;
- нефтепереработку и нефтехимию;
- энергетику;
- пищевую промышленность.

Состав сточных вод Беларуси представлен на рисунке 4.

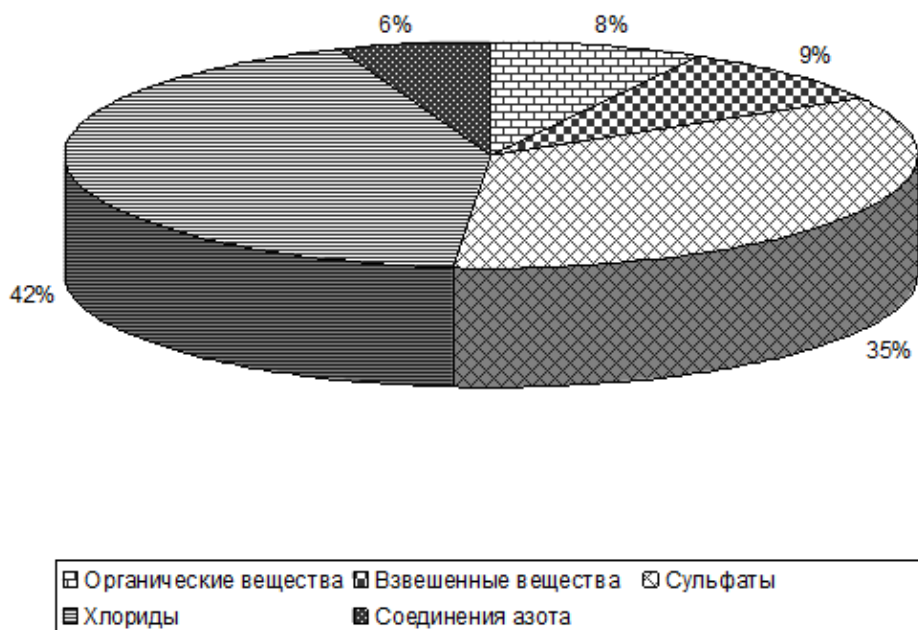


Рисунок 4 – Состав сточных вод Беларуси





Ежегодный объем сточных вод, содержащих загрязняющие вещества, в Беларуси составляет около 1170 млн м<sup>3</sup>.

Самое значительное количество сточных вод сбрасывается в бассейне Днепра, в Березину и Свислочь. Самым мощным локальным источником техногенного пресса на поверхностные воды страны является г. Минск. Кроме Свислочи сильно загрязнены участки рек:

- Днепр ниже Могилева;
- Неман ниже Гродно;
- Березина ниже Бобруйска;
- Западная Двина ниже Новополоцка;
- Припять ниже Мозыря.

## 5. Проблема загрязнения Мирового океана (МО)

Загрязнение МО и его морей происходит в результате прямого или косвенного поступления в морскую среду загрязняющих веществ. 70 % загрязнений морской среды связано с наземными источниками, включая города, промышленность, строительство, сельское хозяйство. **Наиболее распространенные и опасные загрязнители морских и океанских вод:**

- нефть и нефтепродукты;
- тяжелые металлы;
- пестициды и другие хлорорганические соединения;
- радиоактивные вещества.

Средний показатель нефтяного загрязнения Мирового океана составляет 5-10 мг/л. Ежегодно в Мировой океан попадает более 10 млн. т нефти и до 20% его площади уже покрыты нефтяной пленкой. Это связано с тем, что добыча нефти и газа в Мировом океане стала важнейшим компонентом нефтегазового комплекса.

Нефть и нефтепродукты являются главными загрязнителями водного бассейна. В результате добычи нефти из трубопроводов, связывающих нефтяные платформы с материком, каждый год в море вытекало около 30000 т нефтепродуктов.

Источники загрязнения нефтью представлены на рисунке 5.



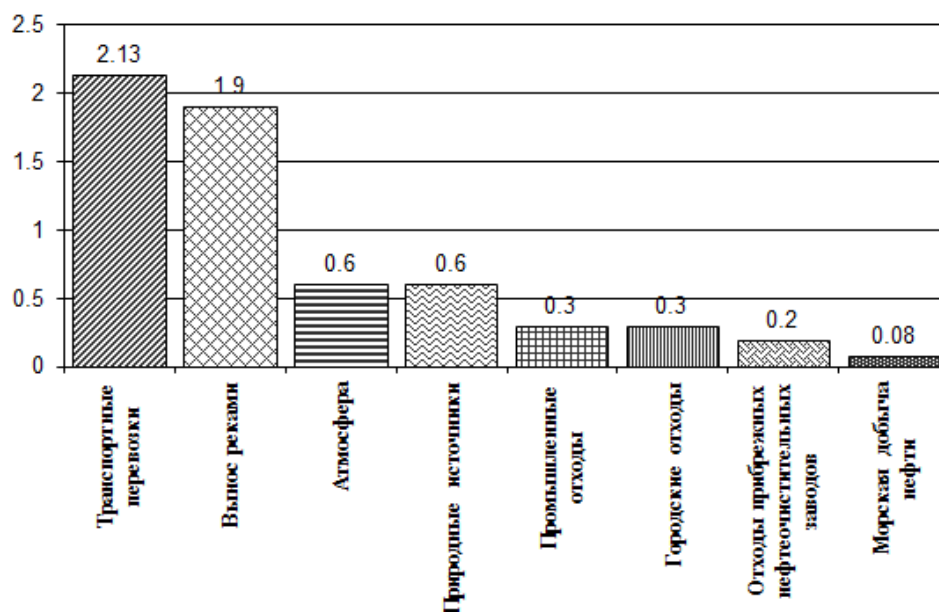


Рисунок 5 – Источники загрязнения нефтью  
На рисунке 6 можно увидеть нефтяное загрязнение МО.

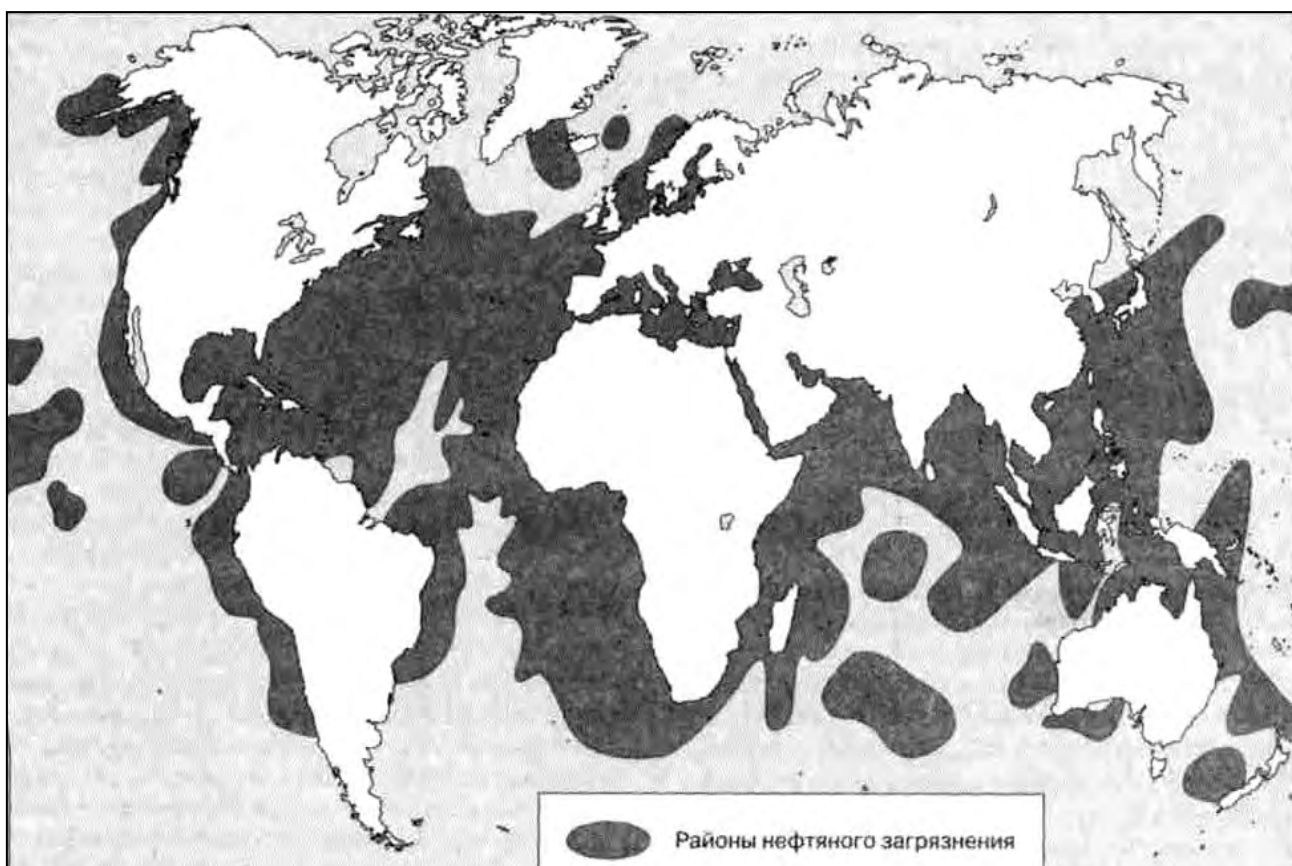


Рисунок 6 – Нефтяное загрязнение Мирового океана

При попадании в океан нефти и нефтепродуктов происходит следующее:

- часть нефтепродуктов испаряется и загрязняет атмосферу,
- часть нефтепродуктов растворяется в воде, создавая угрозу для всех морских организмов,

- часть нефтепродуктов растекается, образуя на поверхности воды пленку,
- часть нефтепродуктов постепенно оседает на дно, поглощая при этом большое количество кислорода.

Общее воздействие нефтепродуктов на морскую среду можно разделить на 5 категорий:

- отравление с летальным исходом,
- серьезные нарушения физиологической активности,
- эффект прямого обволакивания живого организма нефтепродуктами,
- патологические изменения в живых организмах,
- изменения в биологических особенностях среды обитания.

До 2 млн. морских птиц и 100 тыс. морских животных, ежегодно погибают, проглотив какие-либо пластмассовые изделия или запутавшись в обрывках сетей и тросов.

ФРГ, Бельгия, Нидерланды, Великобритания сбрасывали в Северное море ядовитые кислоты, в основном 18-20%-ную серную кислоту, тяжелые металлы с грунтом и осадками сточных вод, содержащими мышьяк и ртуть, а также углеводороды, в том числе ядовитый диоксин.

Серьезную экологическую угрозу для жизни в Мировом океане и, следовательно, для человека представляет захоронение на морском дне радиоактивных отходов (РАО) и сброс в море жидких радиоактивных отходов (ЖРО).

Охрана Мирового океана:

1973 г. – Международная конвенция, запрещающая сброс нефтяных отходов вблизи побережья и ограничивающая количество отходов, которые могут быть сброшены в открытом море.

1981 г. – Конвенция по охране человеческой жизни на море, потребовавшая специального дооборудования танкеров.

1992 г. Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио, где было много внимания уделено проблемам предупреждения загрязнения морской среды.

1995 г. – Всемирная программа действий по защите морской среды от загрязнений от наземных источников. Она определила практические меры по предупреждению и уменьшению таких загрязнений и контролю над ними.

## 6. Методы обработки и очистки сточных вод

**Обработка** сточных вод – воздействие на них с целью обеспечения необходимых свойств и состава вод (ГОСТ 12.1.1.01-77).



**Очистка** сточных вод – это обработка воды с целью разрушения или удаления из нее определенных веществ (ГОСТ 12.1.1.01-77).

В настоящее время существует множество методов очистки сточных вод. К основным группам обработки и очистки сточных вод относятся следующие.

**Гидромеханическая очистка** применяется для удаления нерастворимых примесей. Осуществляется следующими способами:

- *процеживание* на решетках и сетках для выделения крупных примесей и посторонних предметов. Процеживание осуществляется, главным образом, для защиты очистных сооружений от засорения и поломки движущихся частей оборудования;

- *улавливание* в песколовках тяжелых примесей;

- *отстаивание* воды для удаления нерастворяющихся тонущих и плавающих органических и неорганических примесей, незадерживаемых решетками и песколовками. Осуществляется в отстойниках и осветителях, удаление примесей происходит естественным образом под действием силы тяжести;

- удаление твердых взвешенных частиц в *гидроциклонах*. Гидроциклоны просты по устройству, легко обслуживаются, имеют высокую производительность и небольшую мощность. К недостаткам гидроциклонов относится большая энергоемкость;

- *фильтрация* для улавливания тонкодисперсных взвесей. Эффективность метода зависит от применяемых фильтров. Выбор того или иного фильтра определяется свойствами сточных вод, их температурой и давлением. Чаще всего в качестве фильтра используются: кварцевый песок, металлические перфорированные листы, тканевые и керамические перегородки.

**Физико-химическая очистка** используется для удаления мелкодисперсных взвешенных частиц, растворенных газов, минеральных и органических веществ. Осуществляется следующими способами:

- *флотация* – применяется для удаления нерастворимых диспергированных примесей, которые самопроизвольно плохо отстаиваются. При флотации через сточные воды в резервуаре подают воздух, который поднимается вверх пузырьками, увлекая за собой ЗВ и образует на поверхности грязную пену. Примеси легко удаляются вместе с пеной;

- *адсорбция* применяется для глубокой очистки сточных вод от растворенных органических веществ после биохимической очистки. Адсорбция чаще всего используется для доочистки, когда концентрация ЗВ



невелика или они очень ядовиты. Этим методом удаляют из сточных вод гербициды, пестициды, фенолы, ПАВ, красители и т.д.;

- *ионообменная очистка* применяется для извлечения металлов, соединений мышьяка, фосфора, цианидов. Ионный обмен основан на взаимодействии раствора с твердой фазой, которая обладает свойством обменивать содержащиеся в ней подвижные ионы на ионы, присутствующие в растворе;

- *обратный осмос* и ультрафильтрация используются для обессоливания воды на ТЭЦ и для очистки городских сточных вод. Обратный осмос заключается в фильтровании через полупроницаемые мембраны под давлением, превышающим осмотическое.

- *экстракция* применяется для очистки сточных вод, содержащих фенолы, масла, органические кислоты. Экстракция выгодна лишь тогда, когда стоимость извлеченных веществ компенсирует все затраты на проведение процесса, т.е. когда концентрация примеси составляет 3-4 г/л. Сточные воды смешивают с жидкостью, растворяющую ЗВ лучше, чем вода, но которая сама в воде не растворяется. Образуется две фазы: экстракт, содержащий ЗВ и экстрагент и рафинат, содержащий воду и экстрагент. Первая фаза легко удаляется из раствора.

*Химические методы очистки* используются для удаления растворимых примесей; основаны на проведении химических реакций и получении безвредных или менее вредных веществ, которые легче удалить, чем исходные; обычно применяются в сочетании с другими видами очистки. Осуществляются следующими способами:

- *нейтрализация* используется для удаления минеральных кислот или щелочей;

- *коагуляция* применяется для ускорения процесса осаждения тонкодисперсных примесей и эмульгированных веществ. Фактически, коагуляция – это процесс укрупнения дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты. Для этого в сточную воду добавляются коагулянты (гидроокислы металлов, обладающие способностью сорбировать вещества – соли алюминия, железа или их смесь). Агрегированные частицы легко удаляются из сточных вод.

- *флокуляция* применяется для интенсификации процессов образования хлопьев гидроокислов алюминия и железа с целью повышения скорости их осаждения. Фактически, флокуляция – это процесс агрегации частиц в результате добавления в сточные воды высокомолекулярных соединений. Флокулянты в отличие от коагулянтов способны взаимодействовать между





собой. Самыми распространенными флокулянтами являются: крахмал, эфиры целлюлозы, полиакриламид и др.;

- *окисление и восстановление* используется для перевода опасных веществ в безвредное или менее вредное состояние. Используются такие окислители как хлор, оксид хлора, гипохлорита кальция и натрия, перекись водорода, перманганат калия, бихромат калия, кислород, озон и др. Этот метод является чрезвычайно дорогим и используется только в том случае, когда ЗВ другими способами извлечь невозможно.

**Электрохимическая обработка сточных вод** позволяет извлекать из сточных вод ценные продукты без использования химических реагентов. Осуществляется следующими способами:

- *анодное окисление и катодное восстановление* используются для удаления цианидов, аминов, спиртов, альдегидов, сульфидов и др. анодное окисление производится в электролизерах в процессе окисления ЗВ полностью распадаются с образованием углекислого газа, воды, аммиака и ряда других нетоксичных соединений;

- *электрокоагуляция* используется для обработки сточных вод, содержащих высокоустойчивые соединения. Осуществляется при пропускании электрического тока через сточные воды. Электролиз проводится с использованием растворимых стальных или алюминиевых катодов, образуются гидроокислы металлов, агрегирующие ЗВ;

- *электрофлотация* – очистка от взвешенных частиц с использованием электролиза воды. При электролизе образуются пузырьки воздуха, которые способствуют очистке сточных вод;

- *электродиализ* используется для опреснения соленых вод и очистки радиоактивных вод. Электродиализ основан на разделении ионизированных веществ под действием ЭДС (электродвижущей силы), создаваемой в растворе по обе стороны мембраны. Этот метод позволяет извлекать кислоты и щелочи и снова использовать их в технологическом процессе.

**Биологическая очистка** осуществляется при помощи живых организмов разного уровня организации.

В зависимости от организмов, которые используются при очистке, выделяют аэробную и анаэробную очистку.

*Анаэробная очистка* основана на использовании бактерий, не нуждающихся в кислороде. Осуществляется в метантенках. В Беларуси из-за высокой стоимости не применяется.

*Аэробная очистка* осуществляется бактериями при наличии в воде кислорода. Аэробная очистка подразделяется на естественную и искусственную. *Естественная аэробная очистка* происходит на полях

орошения, полях фильтрации и в биологических прудах. *Искусственная аэробная очистка* осуществляется в аэротенках, биофильтрах и окислителях. Естественная аэробная очистка относится к экстенсивным методам и в настоящее время применяется все реже. Наиболее распространенным методом аэробной очистки является эксплуатация аэротенков.

Все аэротенки построены по одному принципу: смесь воды и активного ила медленно движется по резервуарам, непрерывно насыщаясь воздухом. Процесс очистки основан на способности микроорганизмов использовать ЗВ для питания в процессе жизнедеятельности. Процесс очистки сложен и требует постоянного контроля и управления: контроль концентрации ила, режима аэрации, температуры и т.д. вследствие этих недостатков более широко распространены биофильтры. Тем не менее сами биофильтры также имеют ряд существенных недостатков: они быстро заиливаются, распространяют неприятные запахи, являются средой, в которой выводятся личинки мух.

Вопросы:

1. Охарактеризуйте роль воды в биосфере и в хозяйственной деятельности человека.
2. Сравните состав ведущих загрязнителей поверхностных и подземных вод.
3. Охарактеризуйте источники загрязнения Мирового океана и влияние загрязнения на его биоту.
4. Опишите механизм действия гидромеханических методов очистки сточных вод.
5. Опишите механизм действия физико-химических методов очистки сточных вод
6. Опишите механизм действия химических методов очистки сточных вод
7. Опишите механизм действия электрохимических методов очистки сточных вод
8. Опишите механизм действия биологических методов очистки сточных вод



## Тема 7 Антропогенное воздействие на литосферу

### Антропогенное воздействие на литосферу

1. Строение и состав литосферы. Природные ресурсы.
2. Воздействие горнодобывающей промышленности на литосферу.
3. Почва.
4. Земельные ресурсы мира и России.
5. Факторы деградации почв: опустынивание, эрозия, засоление, заболачивание и загрязнение почв.
6. Накопление и утилизация твердых промышленных и бытовых отходов.

### 1. Строение и состав литосферы. Природные ресурсы.

Во внутреннем строении Земли выделяют три основных слоя:

- земную кору,
- мантию
- ядро.

Земная кора располагается в среднем до глубины 35 км 74 (до 5 - 15 км под океанами и до 35 - 70 км под континентами). В состав земной коры входят все известные химические элементы. В земной коре преобладают:

- O (49,1 %),
- Si (26 %),
- Al (7,4 %),
- Fe (4,2 %),
- Ca (3,3 %),
- Na (2,4 %),
- K (2,4 %),
- Mg (2,4 %).

Мантия располагается между земной корой и ядром и распространяется до глубины 2 900 км. Здесь преобладают O, Si, Fe, Mg, Ni.

Внутри мантии с глубины 50-100 км под океанами и 100-250 км под континентами начинается слой вещества, близкого к плавлению, так называемая астеносфера.

Земная кора вместе с верхним твердым слоем мантии над астеносферой называется **литосферой**.

**Литосфера** – внешняя твердая оболочка земного шара. Это относительно хрупкая оболочка. Она разбита глубинными разломами на крупные блоки – литосферные плиты, которые медленно перемещаются по астеносфере в горизонтальном направлении.

Земная кора сложена из горных пород, которые состоят из минералов.

**Минерал** – природное тело однородного химического состава, обладающее во всей своей массе одинаковыми физическими свойствами.

**Горные породы** – геологические образования, состоящие из минералов и обладающие относительно постоянными химическим составом и свойствами. В зависимости от размера частиц, слагающих породу, выделяют *грубообломочные, среднеобломочные (песчаные), пылеватые и глинистые* породы.

Химические осадочные породы образуются за счет выпадения осадка при перенасыщении растворов, к ним относятся *известняк, доломит, каменная соль* и т. д. В результате жизнедеятельности организмов образуются органические (биохимические) осадочные породы: *известняки, мел, торф, нефть, уголь*.

Под *земельным фондом* понимают совокупность всех земель в пределах той или иной территории, подразделяемую по типу хозяйственного использования (рисунок 1).

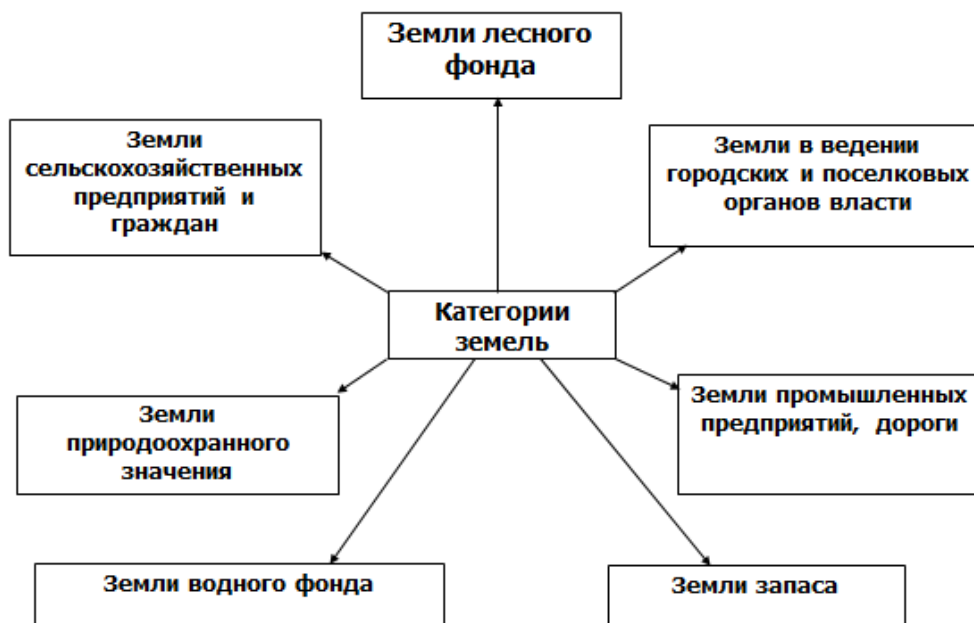


Рисунок 1 – Категории земель

Размеры и структура мирового земельного фонда приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Размеры и структура мирового земельного фонда

Главные категории земель	Площадь, млн га	Доля, %
Земли с/х назначения	4846,1	37,1
В том числе:		

Пашня	1345,3	10,3
Многолетние насаждения	105,5	0,8
Пастбища	3395,3	26
Леса	4138	31,7
Прочие земли	4061,3	31,2
ВСЕГО	13045,4	100

Земельный фонд Беларуси и России представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Земельный фонд Беларуси и России

Категории земель	Беларусь, %	Россия, %
С/х земли	45	13
Леса и прочие лесопокрытые земли	40	61
Под жилой, транспортной и промышленной застройкой	6	3
Прочие земли	9	25

Под *деградацией* земельного, почвенного покрова понимают процесс его ухудшения и разрушения в результате негативного воздействия человеческой деятельности. В наши дни в результате деградации почвы из мирового с/х оборота ежегодно выбывает в среднем 8-10 млн га продуктивных земель. По оценке ООН, только прямые потери от деградации почвы составляют 40 млрд долл./год. Общая площадь деградированных земель особенно велика в Азии, Африке и Южной Америке. Типы деградации земель приведены на рисунке 2.

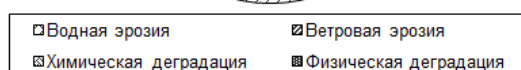
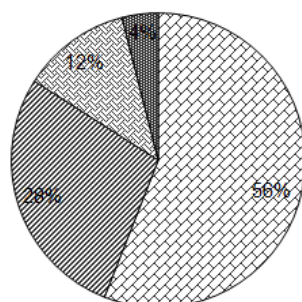


Рисунок 2 – Типы деградации земель





## Воздействие горнодобывающей промышленности на литосферу

Особенностями природопользования в области добывающей промышленности являются то, что соответствующие предприятия создаются непосредственно на самом месторождении, их производственная мощность и срок службы зависят от размеров (объема) запасов полезного ископаемого. Добывающей отрасли присущи масштабность и высокая специализация производства, в силу чего всегда присутствует тенденция укрупнения добывающих компаний. Добывающее производство является крупным потребителем материальных ресурсов, прежде всего природных, и сопровождается масштабным воздействием на природную среду. В зоне действия добывающих предприятий изымаются из сельскохозяйственного оборота земли, нарушаются целостность земных недр и водный режим, загрязняются земная поверхность, водные источники и воздушный бассейн; в конце концов, формируются новые ландшафты, во многом не отвечающие условиям нормальной жизнедеятельности человека.

### Почва

**Почва** – биокосная система, основанная на динамическом взаимодействии между минеральными компонентами, детритом, детритофагами и почвенными организмами.

Почва формируется в результате взаимодействия, так называемых факторов почвообразования:

- климата,
- организмов,
- почвообразующих пород,
- рельефа местности,
- возраста страны (времени),
- хозяйственной деятельности человека.

Так как эти факторы почвообразования и их сочетания неодинаковы в различных частях Земли, то и мир почв также отличается широким разнообразием. Каждая почва отличается особым строением и отражает местные природные условия.

Верхняя граница почвы – поверхность раздела между почвой и атмосферой, нижняя граница – глубина проникновения почвообразующих процессов. Мощность (толщина) современных зональных почв около 80 - 150 см, с колебаниями от нескольких сантиметров до 2,5 - 3,0 м.



Почва является неотъемлемым компонентом наземных биогеоценозов. Она осуществляет сопряжение (взаимодействие) большого геологического и малого биологического круговоротов веществ.

Почва – уникальное по сложности вещественного состава природное образование. Вещество почвы представлено четырьмя физическими фазами:

- твердой (минеральные и органические частицы),
- жидкой (почвенный раствор),
- газообразной (почвенный воздух),
- живой (организмы).

Для почв характерна сложная пространственная организация и дифференциация признаков, свойств и процессов. Важнейшее свойство почв – плодородие – способность почв удовлетворять потребность растений в элементах питания и воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством тепла и воздуха для нормальной деятельности и создания урожая.

В почве обитает великое множество различных живых организмов, формирующих сложную пищевую детритную сеть:

- бактерии,
- микрогрибы,
- водоросли,
- простейшие, моллюски,
- членистоногие и их личинки,
- дождевые черви и многие другие.

Среди почвенных есть болезнетворные организмы, вызывающие заболевания сельскохозяйственных животных и человека. Химический состав почвы оказывает влияние на состояние здоровья человека через воду, растения и животных. Недостаток или избыток определенных химических элементов в почве бывает столь велик, что приводит к нарушению обмена веществ, вызывает или способствует развитию серьезных заболеваний.

Так, широко распространенное заболевание эндемический (местный) зоб связано с недостатком йода в почве. Недостаток фтора приводит к кариесу зубов. При высоком содержании фтора нередко возникают заболевания костной системы (флюороз).

В почве происходит закономерный круговорот химических элементов в системе «почва – растения – животные – микроорганизмы – почва». Этот круговорот В. Р. Вильямс назвал малым, или биологическим. Благодаря малому круговороту веществ в почве постоянно поддерживается плодородие. В искусственных агроценозах такой круговорот нарушен, так как человек



изымает значительную часть сельскохозяйственной продукции, используя ее для своих нужд.

В естественной живой системе – биоценозе – большая часть химических элементов циркулирует по пищевым цепям в течение длительного, геологического времени. Некоторые элементы, образующие растворимые соединения, теряются безвозвратно. Возобновление их происходит за счет продолжающегося выветривания подстилающей породы. В целом скорости выноса и поступления химических элементов в естественной системе сбалансированы.

В агроценозе скорость выноса вещества из почвы в течении вегетационного периода обычно ниже, чем в биоценозе, так как количество и качество образующейся фитомассы искусственно ограничиваются человеком. Однако этот вынос почти полностью является невозвратимым. Количество растительного опада резко сокращается, скорость образования гумуса становится более низкой, чем скорость его минерализации, запасы гумуса в почве быстро истощаются.

Иначе говоря, если в биоценозе происходит *нормальная геологическая эрозия* – вынос водой или ветром частиц или минеральных веществ (косвенная эрозия) – скорость которой уступает скорости процесса почвообразования, то в агроценозе происходит *ускоренная эрозия* почвы, приводящая к необратимой потере плодородия.

Причина ускорения эрозии не только в уменьшении количества растительного опада остающегося внутри системы и снижении содержания гумуса, склеивающего и иммобилизующего почвенные частицы. Важным фактором эрозии в агроценозе является обработка почвы: разрушение ее структуры, иссушение и потеря защитного растительного покрова, обнажение поверхности почвы. Почвенные частицы диаметром менее 1 мм могут подниматься ветром, сталкиваться в воздухе и крошиться. Ветер со скоростью 6 м/сек уже представляет опасность для обнаженной почвы с пылеватой структурой. В результате ветровой эрозии – *дефляции* – почва лишается глинистой фракции, остаются песок и камни, происходит опустынивание.

В бедных гумусом почвах структурные агрегаты неводопрочны. Удары капель дождевой или поливочной воды по обнаженной поверхности почвы разбивают структурные агрегаты (*капельная эрозия*). Частицы расплывшихся агрегатов закупоривают некапиллярные почвенные поры, через которые вода просачивается в более глубокие горизонты, почва заплывает, просачивание (фильтрация) резко сокращается, дождевая или поливная вода начинает стекать по поверхности почвы унося с собой почвенные частицы

(плоскостная эрозия или денудация). Потоки воды сливаются в ручейки (линейная струйчатая эрозия), скорость воды в них возрастает, выносятся все более крупные частицы, образуются промоины и овраги (линейная овражная эрозия.)

Итак, основными причинами эрозии являются:

- вынос растительного опада, уменьшение гумусообразования;
- уничтожение защитного растительного покрова и связывающих почву корней сельскохозяйственными орудиями (выпахивание);
- пересушивание и растрескивание структурных агрегатов во вспаханной почве;
- уплотнение почвы сельхозмашинами и образование *плужной подошвы* – плотного невспаханного горизонта, препятствующего фильтрации воды;
- оголение почвы, выбивание копытами корней, образование скотобойных троп при перевыпасе скота (козы способны выгрызть корни из земли);
- сведение лесов задерживающих поверхностный сток (вымывание азота из почвы после вырубки леса может возрасти в 45 раз; в аграрных странах леса в большом количестве вырубают для расширения площади пахотных земель, кроме того, в слаборазвитых странах древесина является основным предметом экспорта и наиболее распространенным топливом);
- применений физиологически щелочных удобрений ( $\text{NaNO}_3$ ), вызывающих пептизацию гумуса и его вымывание.

Особенно опасны пропашные культуры: кукуруза, картофель, корнеплоды, при возделывании которых почва большую часть вегетационного сезона остается незащищенной и неоднократно разрыхляется при окучивании, культивации и т.д. Именно в знаменитом «кукурузном поясе» США в 30-х годах начались печально известные пыльные бури. После ряда противоэрозионных мероприятий ураганная дефляция в США прекратилась и почвозащитные программы были свернуты. Поэтому в 70-е годы пыльные бури разразились с новой силой. В 1985 году в США был принят закон, по которому фермеры получали 50 долларов каждой акр (0,4 га) эрозионно-опасной земли, выведенной в резерв, фермеры также получили льготы и финансовую помощь за внедрение программы мероприятий по охране почв. В результате уже в 1987 году более 50% эрозионно-опасных земель было выведено в резерв. Масштабы эрозии на планете при возрастающем населении делают проблему сохранения плодородия почв жизненно важной. За время существования земледелия погибло 4,0-4,5 млн.км<sup>2</sup> плодородных земель – территория в 50 раз превышающая Челябинскую область. В нашей стране эродировано до 30% пахотных земель.

В Челябинской области, в южных районах, дефлировано до 50-75% земель. Общая площадь эродированных земель в области достигает 1,2 млн. га (всего в области 3,1 млн. га пашни). Считают, что за последние 50 лет почвы утратили до 30% гумусового слоя.

Для предупреждения эрозии предложены следующие меры:

1. Безотвальная вспашка, при которой происходит только подрезание пласта почвы (и корней сорняков), но почва не переворачивается, растительные остатки не запахиваются, а остаются на поверхности почвы, защищая ее. В этом случае сохраняется значительная часть сорняков.

2. Контурная вспашка поперек склона. Образующиеся борозды препятствуют поверхностному стоку. Такая вспашка технически гораздо сложнее и опасней, чем вспашка вдоль склона.

3. Узкополосный посев с многолетними травами. При ветровой эрозии почвенные частицы не успевают набрать высокой скорости и оседают на полосу многолетней травы. При таком способе снижается производство зерна, так как часть площади отводят под травы.

4. Полезащитные лесополосы эффективно снижают скорость ветра, если ширина поля не более 100 м. Посадка лесополос в степной зоне сопряжена с большими затратами, при этом занимается полезная площадь.

5. Террасирование – применяется в горных районах и требует чрезвычайно высоких затрат. Террасированные поля имеют малую площадь, их очень трудно обрабатывать машинами.

6. Выращивание многолетних культур сокращается число обработок, почва почти всегда остается защищенной. Однако в многолетних посадках очень быстро развиваются сорняки. Кроме того, среди основных пищевых культур очень мало многолетних.

7. Стойловое содержание животных снимает проблему перевыпаса скота, однако сопряжено с большими затратами, чем пастбищное.

8. Разведение животных питающихся пищевыми и растительными отходами, также не вызывает перевыпаса, но обедняет пищевой рацион человека.

9. Беспашотное земледелие – уничтожение нежелательных продуцентов и консументов с помощью пестицидов – считается одной из самых перспективных мер защиты от эрозии в том случае, если будут разработаны пестициды достаточно безопасные для человека.

Противоэрозионные мероприятия требуют больших затрат, которые окупятся в течение нескольких десятилетий, поэтому производители сельскохозяйственной продукции заинтересованы в получении ежегодной прибыли, не будут вкладывать средства в программы по защите почв, если



эти программы не будут обеспечены законодательными мерами и финансовой поддержкой со стороны государства.

Чтобы повысить плодородие почвы в искусственных агроценозах, человек вносит органические и минеральные удобрения, применяет необходимые севообороты.

На рисунках 3 и 4 приведены причины деградации почв и типы эрозии почв, ее последствия. Причины эрозии приведены на рисунке 5.

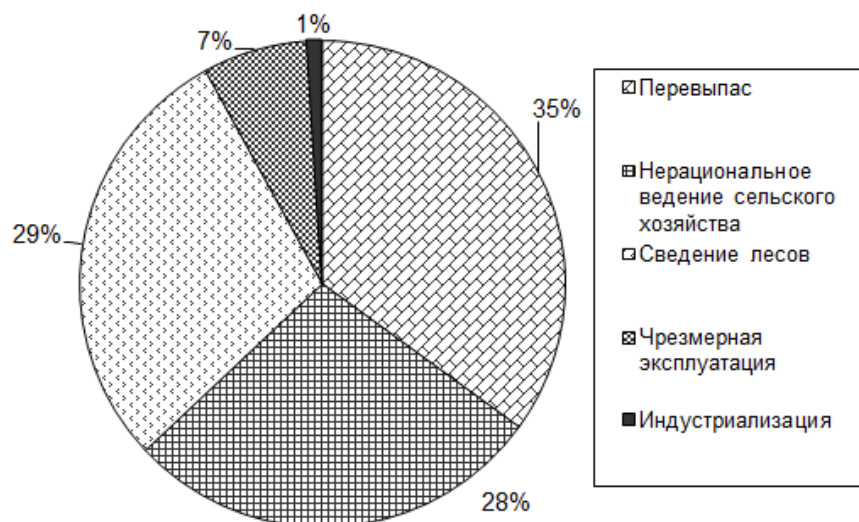


Рисунок 3 – Причины деградации почв



Рисунок 4 – Типы эрозии почв и ее последствия



В Беларуси эродированы 550 тыс. га с/х земель. Преобладает водная эрозия. В результате эрозии на склонах с каждого 1 га ежегодно смывается около 18 т мелкозема, в т.ч. 120-200 кг гумуса. В зависимости от степени эродированности потери урожайности составляют от 5 до 60 %.

В РФ эродированные земли составляют 50 млн га, а еще 120 млн га находятся под угрозой эродирования. В результате почвенной эрозии гораздо быстрее заиливаются водохранилища, снижается возможности орошения и выработки электроэнергии.

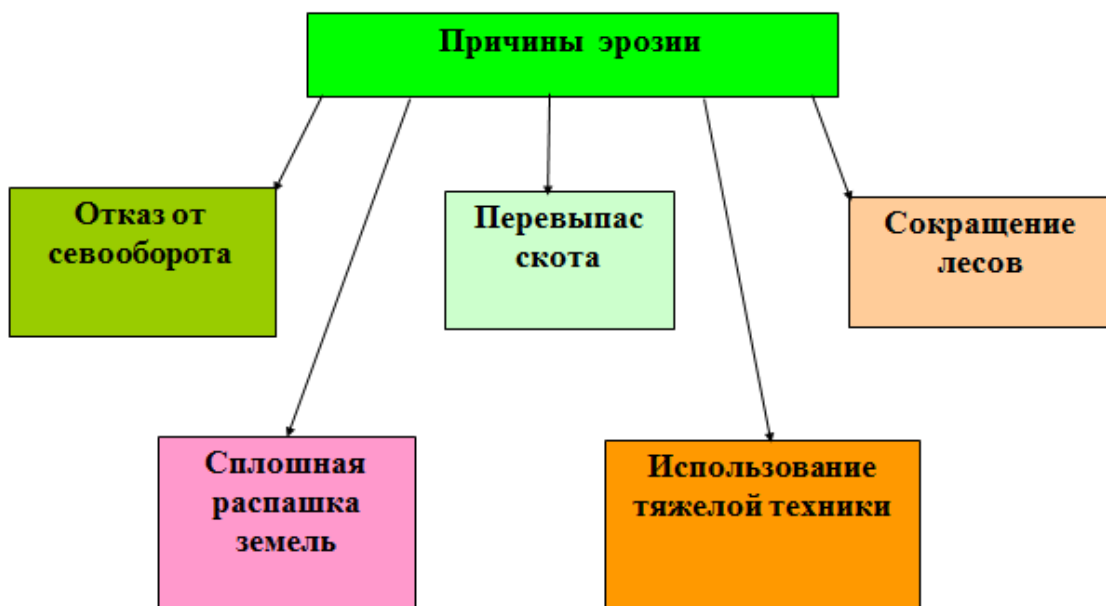


Рисунок 5 – Причины эрозии почв

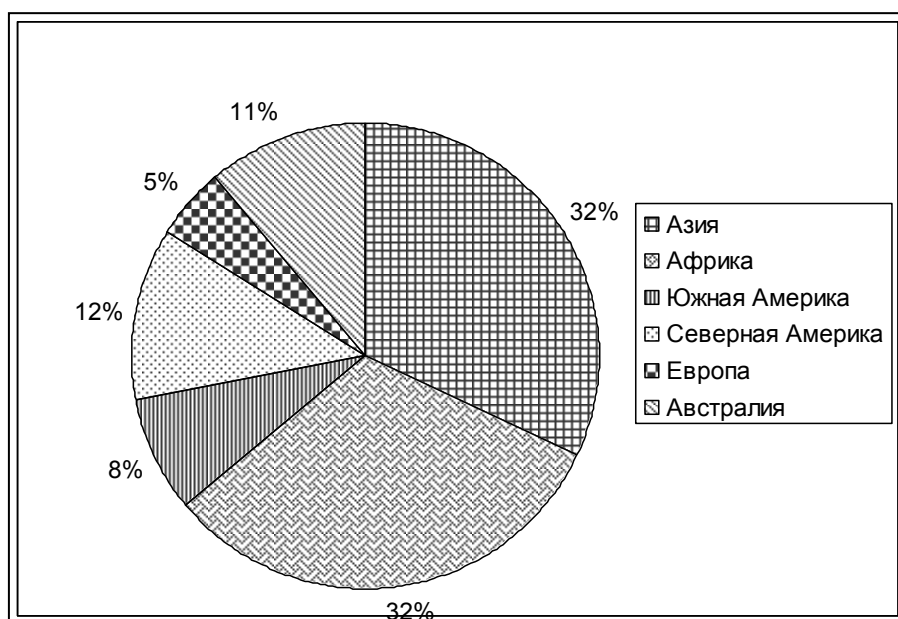


Рисунок 6 – Распределение засушливых земель мира по крупным регионам



С эрозией непосредственно связано истощение (дегумификация) почв – потеря почвой гумуса за счет его минерализации, удаления гумусового слоя или его части эрозионными процессами

Опустынивание (аридизация) – расширение площадей существующих пустынь. В настоящее время под угрозой опустынивания, по разным оценкам, находятся от 30 до 40 млн км<sup>2</sup> суши. В аридных районах мира проживает около 1 млрд чел. Процессы опустынивания протекают с огромной скоростью – 7 км<sup>2</sup>/час или 7 млн га/год. Наиболее подвержены опустыниванию пастбищные земли.

Распределение засушливых земель мира по крупным регионам приведены на рисунке 6.

Причины антропогенного опустынивания:

- перевыпас скота,
- вырубка лесов,
- чрезмерную и неправильную эксплуатацию обрабатываемых земель.

Засоление почв

Засолению подвержены орошаемые земли.

Считается, что не менее 50 % площади орошаемых земель значительно засолено. В Пакистане доля засоленных земель достигает 75 %, Ираке – 50 %, США – 27 %, России – 17 %. Причиной вторичного засоления является избыточный полив. Даже при слабой минерализации почвы урожайность сельскохозяйственных культур падает на 50-60 %. Засоленные почвы восстановлению не подлежат.

К мерам борьбы с вторичным засолением относятся:

- заброс земель или замена верхнего горизонта почвы,
- совершенствование оросительных систем – вертикальный машинный дренаж для откачки грунтовых вод или горизонтальный дренаж с промывными полями.

Причины загрязнения почв:

- промышленная деятельность:
  - а) разработка полезных ископаемых,
  - б) неорганические отходы и отбросы технологических процессов,
- эксплуатация транспорта,
- деятельность ЖКХ,
- сельское хозяйство,
- загрязнение атмосферы и гидросферы.

Загрязнение тяжелыми металлами почв Беларуси



*Загрязнение почв медью и цинком.* Всего - 260 тыс. га сельхозугодий с высоким содержанием меди и 179 тыс. га с высоким содержанием цинка. Повышенные значения содержания цинка в почвах городов характерны для Гродно, Речицы, Бреста и Солигорска, меди – Минска и Орши.

*Загрязнение свинцом.* Повышенные концентрации свинца характерны для Минска, Орши, Слонима, Витебска, Волковыска.

Накопление и утилизация твердых промышленных и бытовых отходов

**Отходы производства** – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образующиеся в процессе производства продукции или выполнения работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства; а также сопутствующие вещества, образующиеся в процессе производства и не находящие применения в этом производстве.

**Отходы потребителя** – изделия и материалы, утратившие свои потребительские качества вследствие физического либо морального износа.

**Опасные отходы** – отходы, которые в результате их реакционной способности или токсичности создают непосредственную или потенциальную опасность для здоровья человека или состояния окружающей среды самостоятельно либо при вступлении в контакт с другими веществами и окружающей средой.

**Токсичные промышленные отходы** – смеси физиологически активных веществ, образующиеся в процессе технологического цикла в производстве и обладающие токсичным эффектом.

Ежегодно образуется 20 млн. т твердых отходов производства и потребления, из которых 88 % - твердые промышленные отходы (ТПО). Номенклатура ТПО включает около 800 наименований. Около 79 % общей масс ТПО составляют галитовые отходы и глинисто-солевые шламы калийных производств. Уровень утилизации ТПО в Беларуси относительно невысок – 16 %. При этом утилизация глинисто-солевых шламов и промышленного мусора составляет менее 0,1 %, а токсичных отходов – 33 %. Ежегодное образование твердых бытовых отходов (ТБО) составляет около 2 млн т.

Обращение с отходами

Действующая на протяжении всей человеческой истории линейная схема: добыча – переработка (производство) – употребление – пополнение отходов – становится все менее приемлемой. Под отходы отчуждаются пахотные земли, а, главное, из-за них все более ухудшается состояние нашей среды обитания. Известны следующие подходы к ТБО:

- стихийное складирование на открытых свалках (необорудованные, «дикие»);
- организованные свалки (формирование больших объемов без утилизации газов и стока);
- полигоны ТБО с утилизацией биогаза (анаэробная деструкция органики с выделением метана);
- компостирование (биохимический процесс обезвоживания);
- глубокое прессование твердого компонента в кипы при давлении до 80 МПа (на Минском МПЗ – это кубы, объем 0,7 м<sup>3</sup> и массой 700 кг при сокращении объема в 20 раз);
- пиролиз (нагрев и сжигание при  $t = 600-800^{\circ}\text{C}$  высокотоксичных отходов сельхозхимии, фармацевтических производств, после ухода за больными и т.п.).

### Рисайклинг как система сбора и переработки ТБО

Рисайклингом называют рационализированную систему сбора и переработки компонентов ТБО в продукты, имеющие потребительскую стоимость. Он начинается с отдельного сбора и идентификации отходов, пригодных для повторной переработки. Затем следует сортировка по типу сырья. Пищевые отходы, древесина, листва – все, что способно перегнивать, идет на компостирование. Рисайклинг, по сравнению с устранением, экономически целесообразен до тех пор, пока сумма прибыли от вторсырья и затрат на устранение является более высокой, чем затраты на рисайклинг. Технические границы рисайклинга обусловлены тем, что пока не для каждого случая существуют подходящие системы идентификации, сортировки и переработки. Расчеты вариантов с рисайклингом по стеклу, пластику, бумаге и картону, а также данные зарубежного опыта однозначно свидетельствуют, что переработка этих компонентов ТБО способна приносить прибыль.

Затраты на организацию сбора и переработку мусора несопоставимы с затратами на печь сжигания и сопутствующие ей системы очистки-нейтрализации. Для большинства видов горючих ТБО рисайклинг является более энергосберегающим методом переработки, нежели сжигание на МСЗ, даже при условии выработки электроэнергии и тепла. В 40-х годах прошлого столетия Западная Европа начала возводить МСЗ и активно строила их до 80-х годов. Но затем стали ужасаться содеянному и решили переосмыслить стратегию в обращении с ТБО и перейти от чисто затратных методов к экономическим, рисайклинговым. Метод полного сжигания ТБО неэкологичен, чрезвычайно дорог и неэкономичен, находится вне





современных тенденций. Доля сжигаемых ТБО составляет в США 16%, в Канаде – 9%, в Германии – 35%, в Великобритании – 1%, во Франции – 42%, в Италии – 18%, в Японии – 75%.

Запустить рисайклинг вполне может легкий на подъем частный бизнес, но для этого необходимы корректировки нормативно-правовой основы обращения с отходами и минимальная поддержка государства. Необходимо разработать и законодательную базу поощрения предприятий, занимающихся сбором и вторичной переработкой компонентов ТБО. Опыт Германии: пошлина на загрязнителей ОС и доход от лицензирования экологичной продукции, маркированной «зеленой точкой», в качестве дотации поступают переработчикам ТБО.

#### Устройство и возведение полигона ТБО

Полигоны захоронения ТБО являются специальными природоохранными сооружениями, предназначенными для сбора и обезвреживания отходов. Они также должны обеспечивать высокую степень экологической безопасности для ОС. На полигонах ТБО утилизируются отходы от служб коммунального хозяйства, предприятий торговли, питания, некоторые виды промышленных отходов, не обладающие токсичными или радиоактивными свойствами, а также строительный и уличный мусор.

#### Биогаз

В толще складированной массы отходов идет биотермический анаэробный процесс распада органических веществ. Конечным продуктом этого процесса является биогаз, основу которого составляют метан и диоксид углерода. Биогаз также содержит пары воды, сероводород, аммиак, оксид углерода, оксиды азота и ряд других примесей вредных для здоровья человека. Ориентировочная продолжительность периода образования биогаза составляет 10-30 лет, а максимальное выделение его с поверхности полигона приходится на седьмой год хранения.

#### Сточные воды полигона

В результате протекания процесса анаэробного разложения ТБО и проникновения внутрь тела полигона воды и влаги образуется фильтрат, представляющий собой темную, дурно пахнущую жидкость. Основными источниками образования сточных вод полигона являются:

- атмосферные осадки;
- избыточная влага складированных отходов, удаляемая из них при укладке с уплотнением (отжимаемая жидкость);
- потребление воды на хозяйственно-бытовые нужды.

Мероприятия по защите окружающей среды от воздействия полигона ТБО



## Мониторинг выбросов

В процессе образования выбросов загрязняющих веществ полигоном ТБО осуществляют контроль за:

- работой технологического оборудования;
- соблюдением регламентов технологического процесса;
- составом атмосферного воздуха и химизмом грунтовых вод по внешнему периметру границы СЗЗ.

## Отвод биогаза

Для исключения скопления биогаза в теле полигона предусматривается его отвод через сеть дегазационных колодцев. За основу конструкции приняты сборные железобетонные колодцы диаметром 1 500 мм.

На поверхности защитного экрана устанавливается плита днища диаметром 2 м, на ней монтируются ж/б кольца. Монтаж колец производится без заделки стыков, с засыпкой внутренней полости щебнем (гравием). С наружной стороны выполняется фильтрующая обсыпка кольцевым слоем толщиной 0,15-0,35 м. Перед укладкой изолирующего слоя в массу отходов укладывают радиальные газопроводы из полиэтиленовых труб диаметром 300 мм с выводом их в дегазационные вертикальные колодцы. Законченный колодец сверху перекрывают шатровой крышкой с газовыпуском.

Разогретый внутри массива отходов до 40-50°C биогаз легче воздуха. Из толщ отходов по газопроводам, фильтрующую обсыпку и неплотности ж/б колец он проникает во внутреннюю полость колодцев и поднимается вверх. Отвод его в атмосферу осуществляется через дефлекторы.

## Сбор и обезвреживание фильтрата

Жидкий сток с участка захоронения отходов собирается специальной дренажной системой из перфорированных пластмассовых труб. Далее по сборному магистральному коллектору он самотеком сбрасывается в колодцы – отстойники за пределы карты складирования.

В качестве первой ступени обезвреживания фильтрата используется подача его на поверхность свалки (как одна из самых дешевых и ускоряющих процесс стабилизации свалки технологий). В колодце-отстойнике монтируется насос. В летний период стоки перекачиваются в сборно-разборную систему трубопроводов. Из перфорированных труб диаметром 76 мм обеспечивается разлив по поверхности карт складирования полигона. Распределение стока допускается из расчета до 30 м<sup>3</sup>/сут на участок площадью 1 га в течение 6 месяцев в году.

Излишки стоков фильтрата удаляются из колодцев сбора ассенизационной машиной и вывозятся на городские очистные сооружения.



Для отвода потока незагрязненных атмосферных и талых вод с участка и предотвращения подтопления полигона по его периметру устраиваются бетонные лотки сечением 0,5x0,5 м со сбором вод в понижения рельефа.

#### Рекультивация полигонов

Процесс рекультивации захороненных отходов начинается после завершения складирования и перехода свалочного материала в стабилизированное состояние и состоит из двух этапов – технического и биологического.

На первом этапе выполняются геологические, гидрогеологические, геофизические, ландшафтно-геохимические исследования. Этот этап включает также планировку, формирование откосов, строительство дорог, гидротехнических и др. сооружений. На биологическом этапе осуществляются работы по восстановлению нарушенных земель.

Территории полигонов используют в сельском и лесном хозяйстве, в строительстве. Жилищное строительство может быть допущено на территории полигона только после проведения соответствующих санитарно-бактериологических исследований.

#### Вопросы:

1. Опишите строение литосферы и ее состав. Какие свойства минералов и горных пород оказывают влияние на свойства почвы?
2. Какие свойства почвы важны для ее плодородия?
3. По каким причинам почвенное плодородие уменьшается?
4. Какими способами можно защитить почву от водной эрозии?
5. Какими способами можно защитить почву от ветровой эрозии?
6. Как предотвратить опустынивание и засоление почв?
7. Какие виды отходов загрязняют почву?
8. Какие способы используют для снижения количества отходов и их переработки?
9. Какие правила необходимо соблюдать при организации и закладке полигона твердых бытовых отходов?

## ТЕМА 8 ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

- 1) Загрязнение атмосферного воздуха
- 2) Загрязнение почвы
- 3) Загрязнение поверхностных вод



## ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в России проводятся в 252 городах, на 697 станциях, из них регулярные наблюдения Росгидромета - в 229 городах на 636 станциях. Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий, за пять лет снизилось на 84 города, а по сравнению с 2013 годом – на 72. Резкое снижение уровня загрязнения воздуха в городах обусловлено не улучшением качества воздуха, а связано только с изменением ПДКс.с. формальдегида.

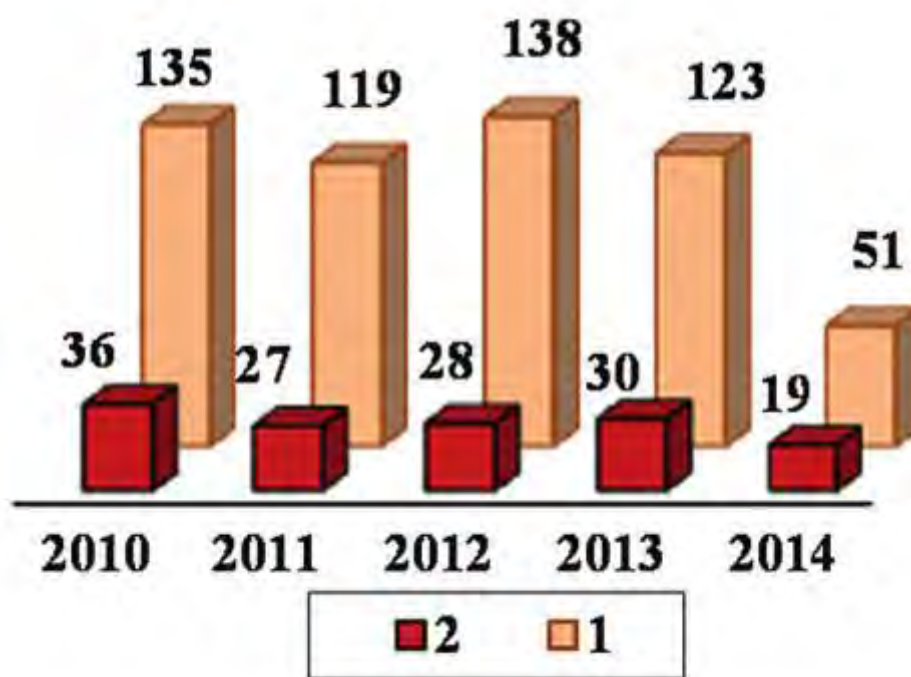


Рисунок - Количество городов, в которых уровень загрязнения высокий и очень высокий (ИЗА > 7) (1), в том числе городов в Приоритетном списке (2)

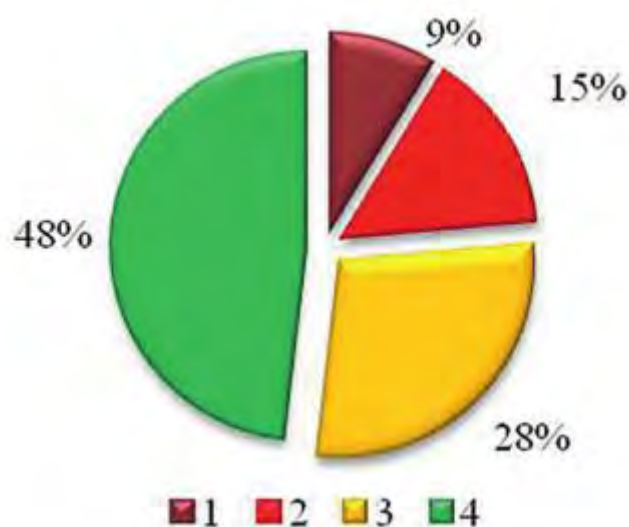


Рисунок - Количество городов (%), где ИЗА  $\geq 14$  (1), 7–13 (2), 5–6 (3),  $\leq 5$  (4)



Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха городов РФ сохраняется неудовлетворительным:

- в 51 городе (24% городов) наблюдается высокий или очень высокий уровень загрязнения;
- в 44 городах с населением 18,5 млн человек отмечены максимальные концентрации примесей выше 10 ПДК;
- в 174 городах (69% городов, где проводятся регулярные наблюдения) с населением 60,7 млн жителей средняя за год концентрация какой-либо примеси превышала 1 ПДК;
- в 46% городов России, где проводятся наблюдения, воздух загрязнен бенз(а)пиреном, поступающим в атмосферу при сгорании топлива, средние за год концентрации примеси превышают 1 ПДК;
- за 2014 год отмечено 149 случаев превышения 10 ПДК максимальными концентрациями загрязняющих веществ.

Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2014 году включает 19 городов с населением 5,2 млн жителей. В него вошли по 3 города с предприятиями нефтехимической и химической промышленности и черной металлургии, 5 городов — с предприятиями цветной металлургии и 9 городов — с предприятиями топливно-энергетического комплекса.

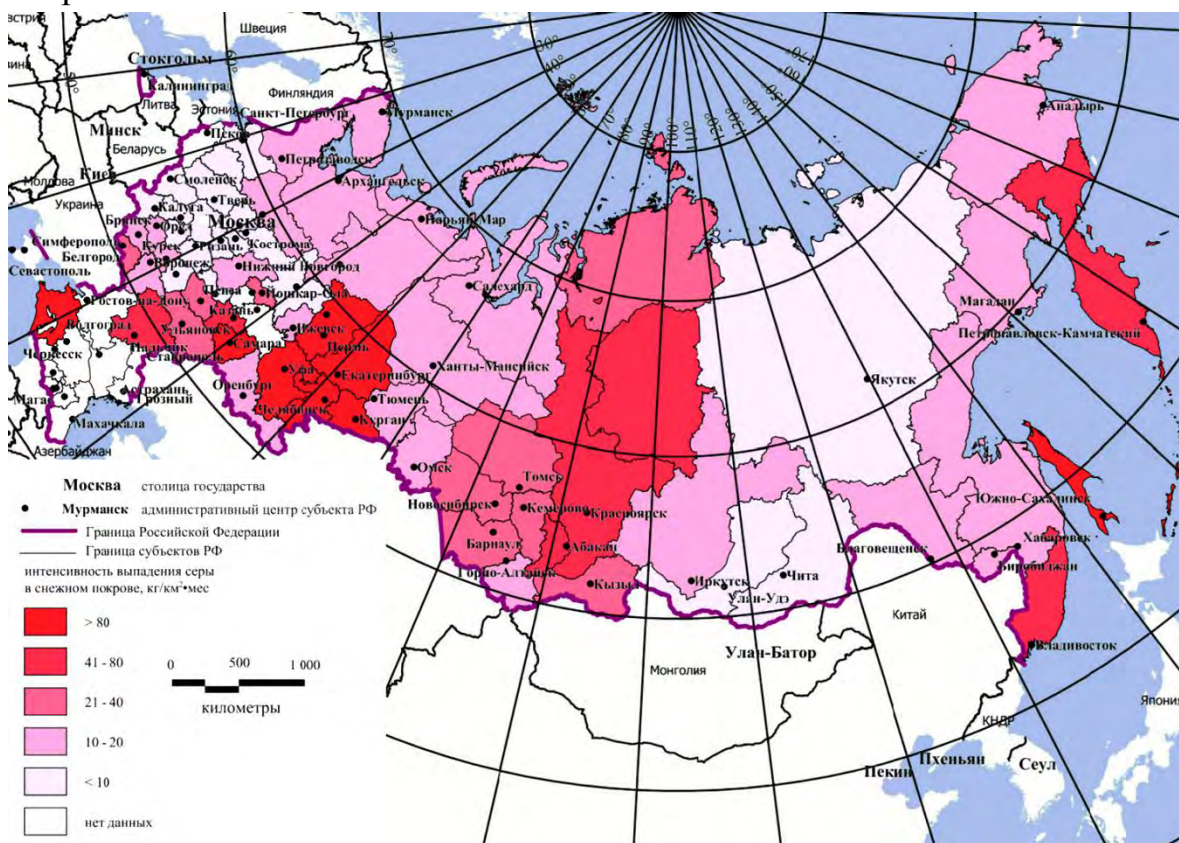


Рисунок – Средние показатели содержания серы в снежном покрове зимой 2013-2014 гг.



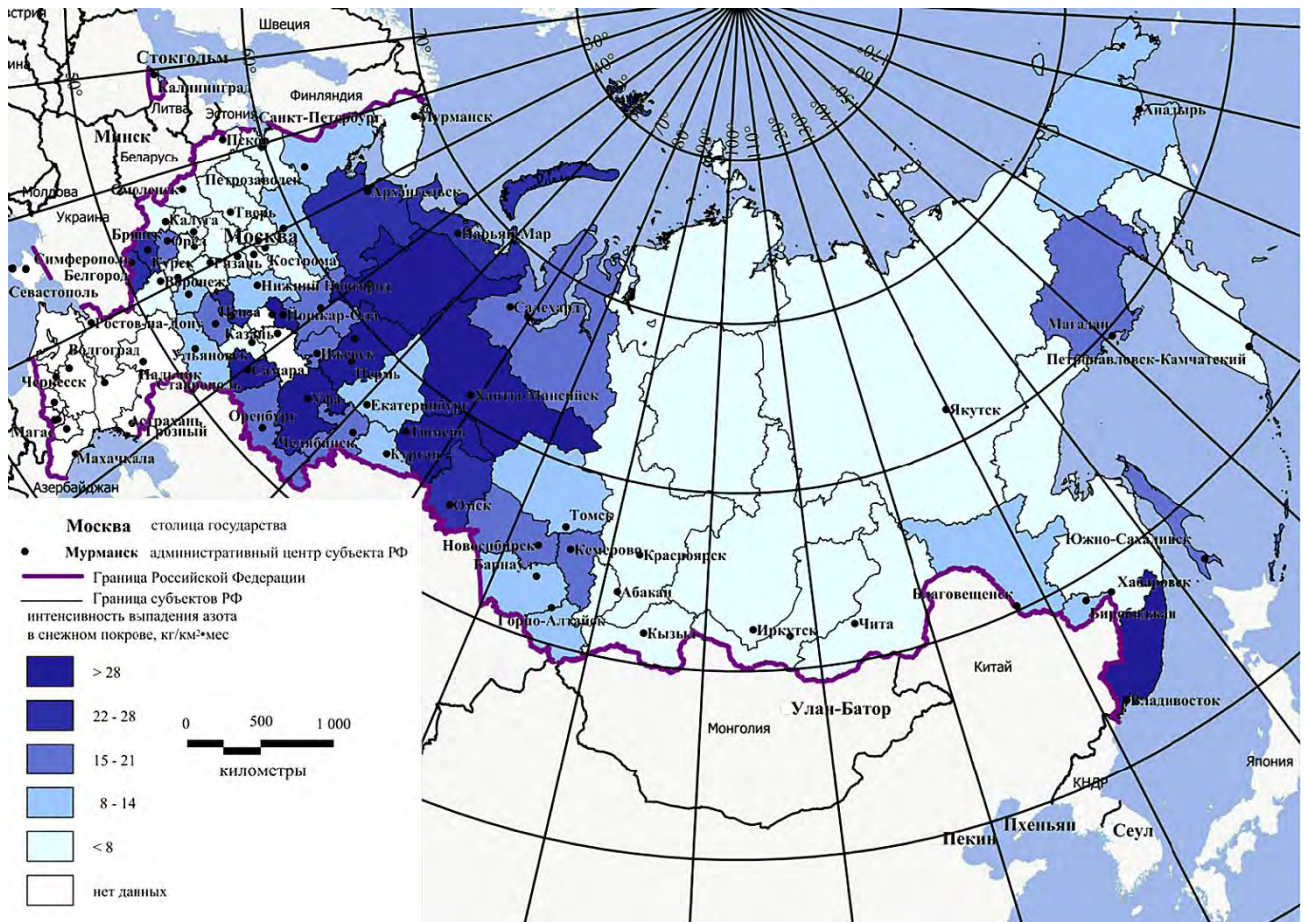


Рисунок – Средние показатели содержания соединений азота в снежном покрове зимой 2013-2014 гг.

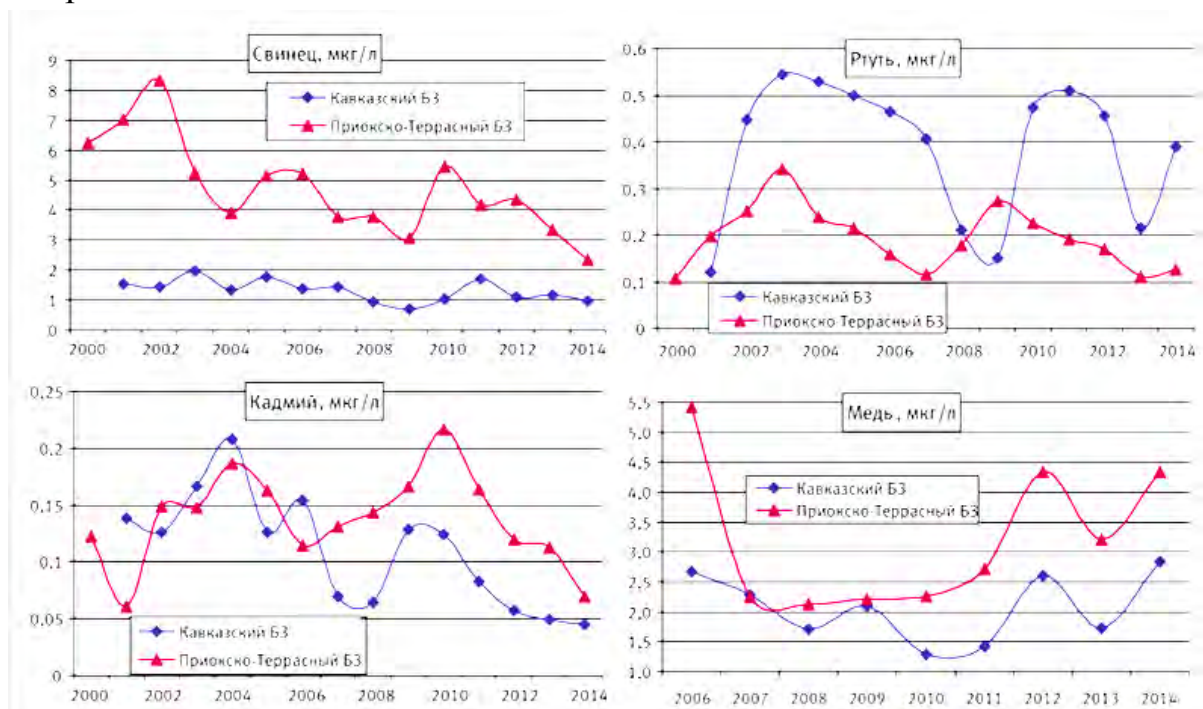


Рисунок – содержание тяжелых металлов в осадках в биосферных заповедниках



Примесь	Число городов	Средние концентрации (мкг/м <sup>3</sup> )	
		$q_{\text{ср}}$	$q_{\text{м}}$
Взвешенные вещества	228	109	963
Диоксид азота	241	37	299
Оксид азота	152	23	264
Диоксид серы	238	7	190
Оксид углерода	221	1174	6402
Бенз(а)пирен (нг/м <sup>3</sup> )	183	1,7	6,6
Формальдегид	155	8	74

Рисунок – Средние и максимальные концентрации примесей в воздухе городов России в 2014 г.

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ

Наблюдения за загрязнением почв тяжелых металлов (ТМ) проводят в основном в районах источников промышленных выбросов ТМ в атмосферу. В качестве источника загрязнения может выступать одно предприятие, группа предприятий или город в целом. В почвах измеряют массовые доли алюминия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, ртути, хрома, цинка и других элементов в различных формах. Приоритет при выборе пунктов наблюдений за загрязнением почв ТМ отдают районам, в которых расположены предприятия цветной и черной металлургии, энергетики, машиностроения и металлообработки, химической, нефтехимической промышленности, по производству стройматериалов, строительной промышленности. Оценку степени опасности загрязнения почв комплексом ТМ проводят по показателю загрязнения  $Z_f$  (с учетом фонов) и (или)  $Z_k$  (с учетом кларков), являющимся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье человека. Динамика средних массовых долей ТМ по отраслям промышленности, усредненных за определенные периоды, в почвах 5-километровых зон вокруг предприятий дана на рисунке. Согласно показателю загрязнения  $Z_4$ , к опасной категории загрязнения почв ТМ относится 2,6 % обследованных за последние десять лет (в 2004 - 2013 годах), населенных пунктов, их отдельных районов, одно- и пятикилометровых зон вокруг источников загрязнения, ПМН, состоящих из УМН, к умеренно опасной - 7,7 %. Почвы





89,7 % населенных пунктов (в среднем) по показателю загрязнения относятся к допустимой категории загрязнения ТМ, хотя отдельные участки населенных пунктов могут иметь более высокую категорию загрязнения ТМ, чем в целом по городу. Формирование и динамика ореолов загрязнения почв ТМ, поступающими от источников промышленных выбросов, зависят как от объемов выбросов ТМ, так и от многих факторов, связанных с миграцией загрязняющих веществ через атмосферу, поступлением их на почву, с миграцией в почве и из почвы в сопредельные среды. С удалением от источника промышленных выбросов массовые доли атмотехногенных ТМ в почвах уменьшаются до фоновых (примерно на расстоянии от 5 до 20 км в зависимости от мощности источника). Особенно сильно могут быть загрязнены ТМ почвы однокипомстровой зоны вокруг крупного источника промышленных выбросов ТМ.

В 2014 г. участки, почва которых загрязнена пестицидами (выше установленных гигиенических нормативов), обнаружены на территории 9 субъектов Российской Федерации. Несмотря на запрет применения препаратов ДДТ в 70-х годах, до сих пор загрязнение почв этим персистентным инсектицидом на территории России отмечается наиболее часто. Также на отдельных участках отмечено загрязнение почв ГХЦГ, ГХБ, трифлуралином, далапоном, ТХАН, триазиновыми гербицидами. Загрязненные участки обнаруживаются на территории Российской Федерации ежегодно, при этом наблюдается тенденция снижения доли загрязненных почв.

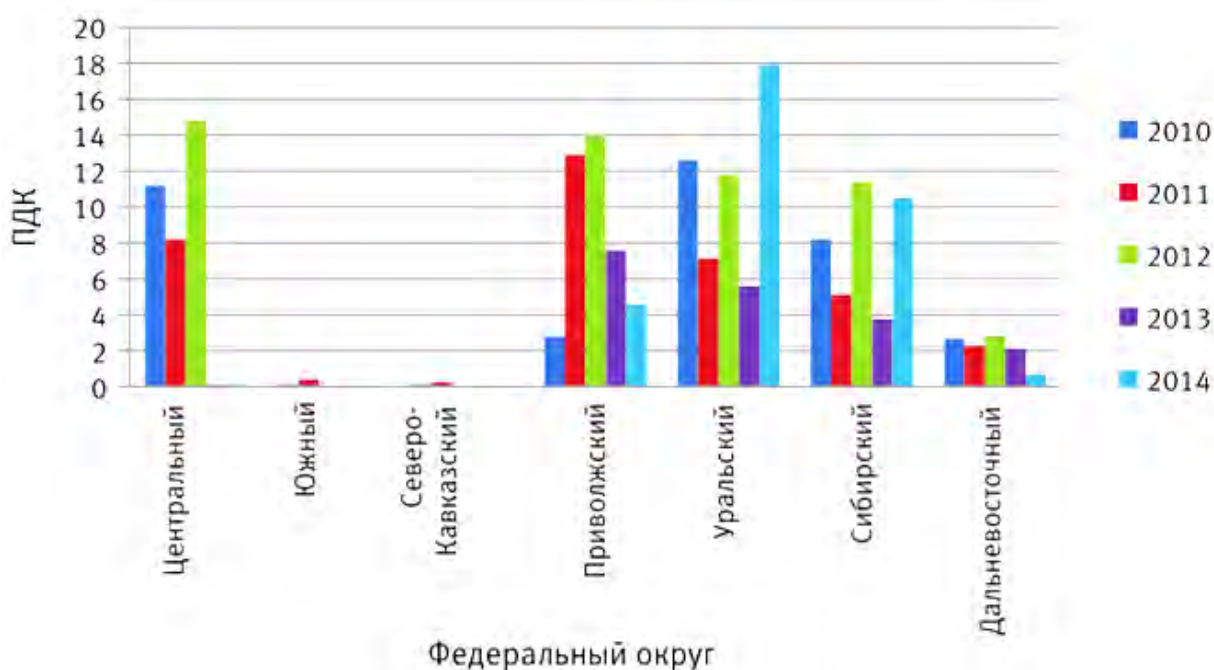


Рисунок – Максимальное загрязнение почвы ДДТ в долях ПДК



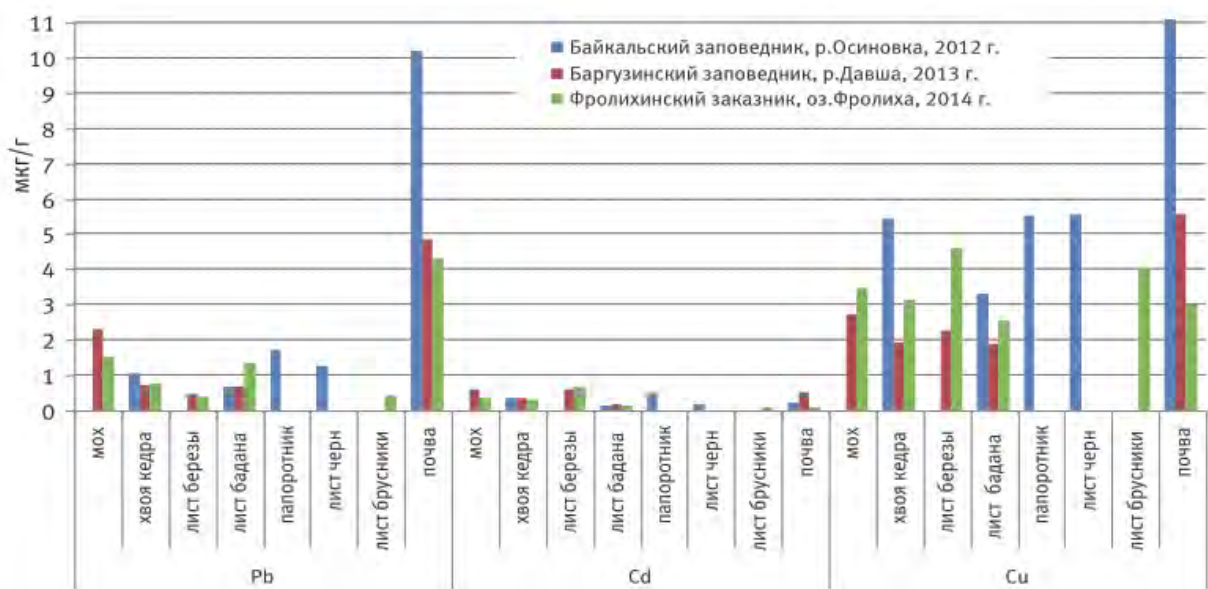


Рисунок – Среднее содержание тяжелых металлов в почвае и растениях биосферных заповедников

### ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Водные ресурсы Российской Федерации в 2014 году составили 4623,0 км<sup>3</sup>, превысив среднее многолетнее значение на 8,5%. Большая часть этого объёма – 4424,7 км<sup>3</sup> – сформировалась в пределах России, и 198,3 км<sup>3</sup> воды поступило с территорий сопредельных государств.

В связи с недостаточной модернизацией, нестабильной и малоэффективной работой очистных сооружений, непрекращающегося сброса неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод многочисленных предприятий различных отраслей промышленности, заметного улучшения качества поверхностных вод в 2014 г., как и в предыдущее десятилетие, не произошло. На большинстве водных объектов по ряду ингредиентов наблюдалось превышение 10 и 30 ПДК, в меньшей степени 50 и 100 ПДК.

Вместе с тем, следует отметить в 2014 г. на 52 створах, характеризующихся в предыдущие годы водой высокого уровня загрязненности (когда содержание одного и более показателей составляет или превышает 10 ПДК), улучшилось качество воды до уровня концентраций загрязняющих веществ ниже 10 ПДК.

Однако, в каждом Федеральном округе продолжают оставаться наиболее загрязненными водные объекты, характеризующиеся в течение десятилетий как



«грязные» и «экстремально грязные»; число таких створов варьирует в пределах 77– 87.

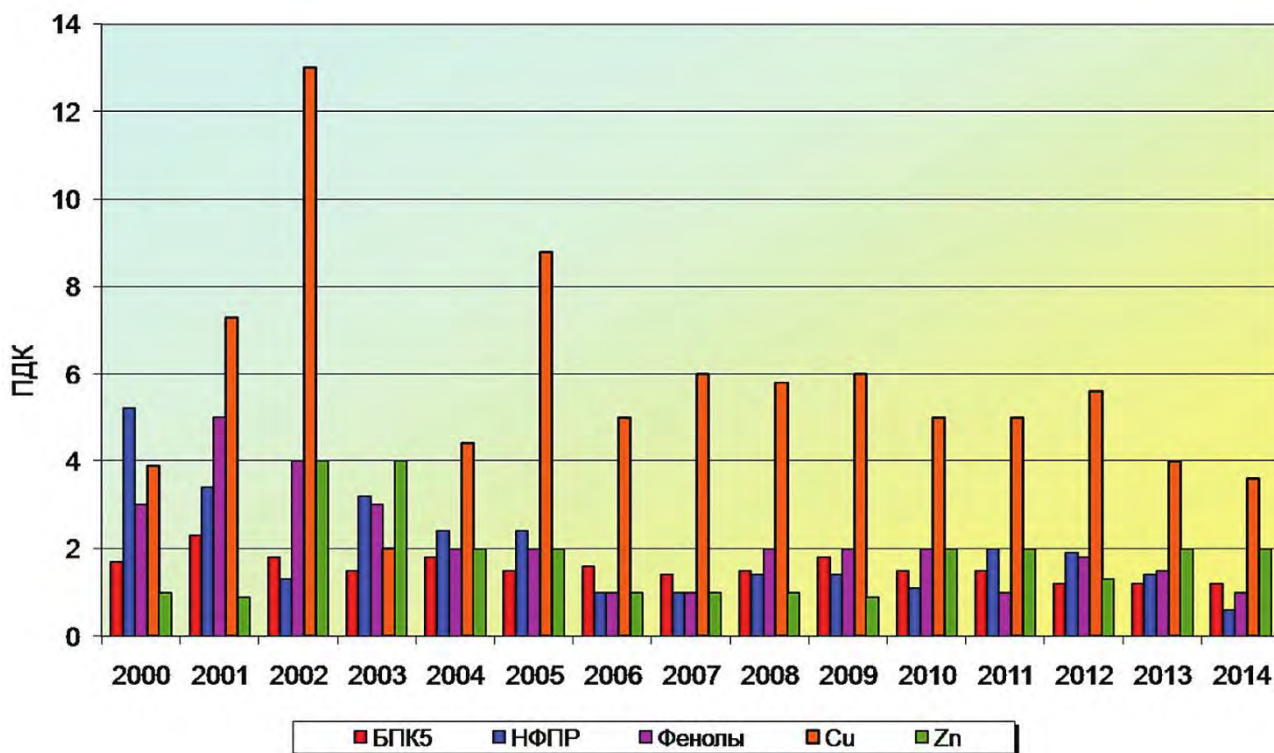


Рисунок – Динамика содержания загрязняющих веществ в реке Волга (Астрахань)

Наиболее напряженная экологическая ситуация наблюдалась в 2014 г. на отдельных водных объектах Центрального Федерального округа (Владимирская, Московская, Рязанская, Тульская, Смоленская, Белгородская области); Северо-Западного (Вологодская, Мурманская области); Южного (Астраханская, Ростовская области); Северо-Кавказского (Республика Северная Осетия-Алания, Кабардино-Балкарская Республика); Приволжского (Саратовская, Нижегородская, Ульяновская области, Республика Мордовия); Уральского (Свердловская, Челябинская, Тюменская, Курганская области, Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономный округи); Сибирского (Томская, Новосибирская, Омская области, Красноярский и Забайкальский края, Эвенкийский автономный округ); Дальневосточного (Амурская, Магаданская, Сахалинская области, Хабаровский и Приморский края, Республика Якутия).

В течение 2010–2014 гг. качество воды в 14 трансграничных пунктах наблюдений характеризовалось как «условно чистая» и «слабо загрязненная». В 22 пунктах вода в основном характеризовалась как





«грязная» и только в р. Уй в районе с. Усть-Уйское в 2013 г. вода характеризовалась как «очень грязная». В остальных 39 пунктах наблюдений качество воды варьировало, за редким исключением, вода характеризовалась как «загрязненная» или «очень загрязненная».

Максимальное количество большей части определяемых химических веществ в 2010 –2014 гг. поступило в Россию через границу с Казахстаном со стоком р. Иртыш, главных ионов и общего фосфора – через границу с Украиной со стоком р. Северский Донец, общего железа и соединений никеля – через границу с Монголией со стоком р. Селенга. Анализ всего массива данных мониторинга загрязнения окружающей среды на территории Российской Федерации показывает, что в местах проживания основной части городского населения и расположения промышленных предприятий, неблагоприятным остается качество окружающей среды, прежде всего, атмосферного воздуха, поверхностных вод, а также почв в радиусе 1–5 км вокруг крупных промышленных предприятий Урала и Сибири.

#### Вопросы:

1. Охарактеризуйте современные проблемы загрязнения атмосферы в Российской Федерации.
2. Охарактеризуйте современные проблемы загрязнения почвы в Российской Федерации.
3. Охарактеризуйте современные проблемы загрязнения водных ресурсов в Российской Федерации.
4. Опишите какую роль играет трансграничный перенос загрязнений на территорию России.

## ТЕМА 9 «УПРАВЛЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ»

Содержание рассматриваемой темы

1. Природные ресурсы и их экономическая оценка
2. Хозяйственный механизм природопользования и его совершенствование
3. Природоохранное законодательство Республики Беларусь
4. Государственная политика Российской Федерации в области охраны окружающей среды
5. Экономические механизмы природопользования
6. Мониторинг окружающей среды
7. Экологическая экспертиза
8. Экологическая сертификация
9. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды

### 1. Природные ресурсы и их экономическая оценка

*Природные ресурсы* – элементы природы, которые при данном уровне развития производительных сил могут быть использованы в качестве средств производства, предметов потребления, рекреации, банка генетического кода и источников информации об окружающей среде.

При изучении природных ресурсов важное значение имеет их классификация. Наиболее широко используются следующие типы классификации:

- природная (минеральные, водные, лесные, земельные и др.),
- экологическая (исчерпаемые – неисчерпаемые, возобновимые – невозобновимые),
- хозяйственная (ресурсы материального производства – промышленные, сельскохозяйственные, строительные и сферы услуг и др.),
- рыночная (ресурсы стратегического назначения, экспортного значения и ресурсы внутреннего рынка).

Рациональное использование природных ресурсов предполагает их оценку. В практической деятельности применяется натуральная (объем запасов, продуктивность), технологическая (баллы, степени, классы) и экономическая оценка.

*Экономическая оценка* – народохозяйственная ценность природных благ, выраженная в денежной форме. С ее помощью сопоставляется ценность разнотипных видов естественных ресурсов. Она учитывается при выборе варианта размещения производства, капитального строительства, создания системы экономического стимулирования и т.д.



В основе определения экономической оценки лежат следующие концепции:

- затратная, позволяющая определить стоимость природных ресурсов. Учитываются прежде всего затраты на освоение природного ресурса и вовлечение их в хозяйственный оборот,
- рентная, позволяющая определить ценность природных ресурсов. Ее размер связан с размером приносимой данным ресурсом дифференциальной ренты, которая показывает экономический выигрыш благодаря более благоприятным природным свойствам оцениваемого ресурса (качество, местоположение и т.д.).

Поскольку затратная концепция не учитывает качество ресурса, а рентная допускает получение его нулевой оценки, используется смешанный подход, позволяющий определить цену ресурсов.

## 2. Хозяйственный механизм природопользования и его совершенствование

*Хозяйственный механизм природопользования* (ХМП) представляет собой систему форм и методов организации и регулирования процессов природопользования, обеспечивающих достижение конечных целей в этой сфере – удовлетворение потребностей общества в сырье и материалах, в чистоте и разнообразии окружающей среды. ХМП включает:

- организацию управления охраной окружающей среды,
- организацию использования природных ресурсов,
- эколого-экономическое прогнозирование и планирование,
- финансирование природоохранных мероприятий,
- экономическое стимулирование рационального природопользования,
- контроль и учет в экологической сфере,
- правовое регулирование и т.д.

В процессе формирования рыночных отношений в ХМП происходят коренные изменения, осуществляется переход от преимущественного использования административных рычагов управления в сторону расширения сферы применения экономических методов. Исходной предпосылкой и составной частью централизованного управления экосферой становится экономический механизм природопользования – совокупность экономических методов управления, призванных создать материальную заинтересованность ресурсопотребителя в оптимизации процессов его взаимодействия с окружающей средой.

**Система прогнозирования и планирования природоохранной деятельности и рационального использования природных ресурсов.**



Особенность разработки плана-прогноза природопользования состоит в том, что его объектом являются не только социально-экономические, но и природные процессы и явления, характеризующиеся различной степенью динамичности. Организация прогнозирования и планирования природопользования и природоохранной деятельности в Республике Беларусь включает 3 уровня:

- 1) Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на долгосрочную перспективу (15 лет); Основные направления социально-экономического развития республики (10 лет); Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на среднесрочную перспективу (5 лет); Прогноз социально-экономического развития Республики Беларусь на краткосрочный период (1 год).
- 2) Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды; Государственная научно-техническая программа «Природопользование и охрана окружающей среды»; Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС; Планы (схемы) охраны отдельных природных комплексов и экосистем.
- 3) Отраслевые прогнозы (планы, программы) охраны окружающей среды (отдельные министерства, ведомства, хозяйствующие субъекты); Территориальные прогнозы (планы, программы) охраны окружающей среды (области, города, района, территориально-производственных комплексов).

Т.о., природоохранное прогнозирование и планирование осуществляется на территориальном и отраслевом уровнях. *Территориальное* прогнозирование и планирование на государственном уровне призвано обеспечить экологически обоснованное развитие и размещение производительных сил страны с учетом экологической емкости территории. На местах планы-прогнозы разрабатываются территориальными исполнительными органами управления с участием общественных экологических организаций.

*Отраслевое* природоохранное планирование проводится министерствами, ведомствами, объединениями и предприятиями, согласовывается с основными показателями территориального планирования и чаще всего связано с проблемами использования отдельных видов ресурсов.



На крупных и средних предприятиях самостоятельно разрабатываются планы мероприятий по охране окружающей среды в тесной увязке с бизнес-планами производства.

Прогнозирование и планирование рационального использования отдельных видов природных ресурсов и природных сред проводится при помощи действующих методов (балансового, нормативного, программно-целевого, экспертных оценок и т.д.) и строится на основе учета особенностей и значимости, изменений объема и качества каждого из них. Оценивается также обеспеченность природными ресурсами, намечаются мероприятия по их охране и рациональному использованию. Например, по использованию и охране водных ресурсов планируются следующие показатели: объем используемой воды, объем оборотной и последовательно используемой воды, лимит допустимых сбросов сточных вод, ввод в действие очистных сооружений и др.

*Управление природопользованием* – это деятельность государства по организации рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, охраны окружающей среды, а также по обеспечению законности в эколого-экономических отношениях.

Методы управления:

- административные, обеспечиваемые возможностью государственного принуждения,
- экономические, создающие материальную заинтересованность,
- социально-психологические – методы морального стимулирования.

Функции управления:

- нормотворчество и законодательная инициатива в области охраны окружающей среды и природопользования,
- учет природных объектов и ведение природных кадастров,
- осуществление мониторинга окружающей среды,
- экологический контроль, экспертиза и аудит, эколого-экономическое прогнозирование и планирование,
- экономическое стимулирование природоохранной деятельности,
- разрешение споров о праве пользования природными ресурсами, применение санкций за нарушение природоохранного законодательства.

### 3. Природоохранное законодательство Республики Беларусь

Основу законодательства Республики Беларусь в области охраны окружающей среды и природопользования составляют:

- Конституция Республики Беларусь





- Концепция государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды
- Закон Республики Беларусь "Об охране окружающей среды "
- Закон "О государственной экологической экспертизе"
- Закон "Об особо охраняемых природных территориях и объектах"
- Закон "О налоге за пользование природными ресурсами "
- Закон "Об отходах производства и потребления"
- Закон "Об охране и использовании животного мира"
- Закон "Об охране атмосферного воздуха"
- Кодекс Республики Беларусь о земле
- Водный Кодекс Республики Беларусь
- Кодекс Республики Беларусь о недрах
- Лесной Кодекс Республики Беларусь

Кроме того, отдельные статьи УК и Административного кодекса Республики Беларусь регламентируют ответственность за экологические правонарушения.

Задачами природоохранного законодательства являются:

- обеспечение безопасного для жизни и здоровья людей состояния окружающей среды;
- регулирование отношений в области охраны, использования и воспроизводства природных ресурсов;
- сохранение генетического фонда, охрана естественных богатств ландшафтов и других природных комплексов.

Надзор за соблюдением природоохранного законодательства осуществляется Прокуратурой Республики Беларусь.

### Конституция Республики Беларусь

•Статья 34. Гражданам Республики Беларусь гарантируется право на получение, хранение и распространение полной, достоверной и своевременной информации о деятельности государственных органов, общественных объединений о политической, экономической, культурной и международной жизни, в том числе состоянии окружающей среды.

•Статья 44. Государство гарантирует каждому право собственности и содействует её приобретению. ... Осуществление права собственности не должно противоречить общественной пользе и безопасности, наносить вреда окружающей среде, историко-культурным ценностям, ущемлять права и защищаемые законом интересы других лиц.

•Статья 45. Гражданам Республики Беларусь гарантируется право на охрану здоровья... Право граждан Республики Беларусь на охрану



здоровья обеспечивается также развитием физической культуры и спорта, мерами по оздоровлению окружающей среды, возможностью пользования оздоровительными учреждениями, совершенствованием охраны труда.

•Статья 46. Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду и на возмещение вреда, причинённого нарушением этого права. Государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов в целях защиты и улучшения условий жизни, а также охраны и восстановления окружающей среды.

•Статья 55. Охрана природной среды - долг, каждого.

Закон Республики Беларусь об охране окружающей среды ЗООС является комплексным нормативным актом, регулирующим природоохранные отношения в сфере всей окружающей среды. Главным достоинством ЗООС является закрепление нормативов вредных воздействий как критериев качества окружающей среды, установление экологических требований к хозяйственной деятельности, определение механизмов исполнения этих требований. Управление качеством окружающей среды осуществляется с помощью нормирования:

- качества окружающей среды и степени воздействия на окружающую среду путём установления ПДК, ПДВ, ПДС и т.д.
- качества продукции путём установления стандартов качества продукции, учитывающих её экологическую безопасность.
- технологическое, техническое и санитарно-гигиеническое нормирование, включающее нормы проектирования СНИП, СНБ, СанПин и т.д.

#### 4. Государственная политика Российской Федерации в области охраны окружающей среды

Государственная политика Российской Федерации в области охраны окружающей среды и экологической безопасности определена в документе «Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года», утвержденном Президентом РФ 30 апреля 2012 г..

Согласно этому документу государственная политика в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года основывается на Конституции Российской Федерации, принципах и нормах международного права, международных договорах Российской Федерации, а также на федеральных конституционных законах, федеральных законах, законах субъектов Российской Федерации, документах долгосрочного



стратегического планирования, включая Концепцию долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утверждённую распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008г. №1662-р.

Стратегической целью государственной политики в области экологического развития является решение социально-экономических задач, обеспечивающих экологически ориентированный рост экономики, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, реализации права каждого человека на благоприятную окружающую среду, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Реализация настоящих Основ осуществляется в соответствии со следующими принципами:

- а) соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;
- б) обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;
- в) научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях устойчивого развития и обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- г) охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- д) приоритетность сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;
- е) ответственность федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления (далее - органы государственной власти) за обеспечение благоприятной окружающей среды и экологической безопасности на соответствующих территориях;
- ж) презумпция экологической опасности планируемой экономической и иной деятельности;
- з) обязательность оценки намечаемого воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении экономической и иной деятельности;
- и) запрещение осуществления экономической и иной деятельности, последствия воздействия которой непредсказуемы для окружающей среды, а также реализации проектов, которые могут привести к деградации



естественных экологических систем, изменению и (или) уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды;

к) обеспечение соответствия экономической и иной деятельности установленным нормам и требованиям в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности;

л) соблюдение права каждого человека на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды;

м) участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятную окружающую среду;

н) ответственность за нарушение законодательства Российской Федерации об охране окружающей среды;

о) полное возмещение вреда, причинённого окружающей среде;

п) участие граждан, общественных и иных некоммерческих объединений в решении задач в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, учёт их мнения при принятии решений о планировании и осуществлении экономической и иной деятельности, которая может оказать негативное воздействие на окружающую среду;

р) развитие международного сотрудничества в решении глобальных экологических проблем и применении международных стандартов в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Основными задачами государственной политики в области экологического развития являются:

а) формирование эффективной системы управления в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, предусматривающей взаимодействие и координацию деятельности органов государственной власти;

б) совершенствование нормативно-правового обеспечения охраны окружающей среды и экологической безопасности;

в) обеспечение экологически ориентированного роста экономики и внедрения экологически эффективных инновационных технологий;

г) предотвращение и снижение текущего негативного воздействия на окружающую среду;

д) восстановление нарушенных естественных экологических систем;

е) обеспечение экологически безопасного обращения с отходами;

ж) сохранение природной среды, в том числе естественных экологических систем, объектов животного и растительного мира;

з) развитие экономического регулирования и рыночных инструментов охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности;



и) совершенствование системы государственного экологического мониторинга (мониторинга окружающей среды) и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также изменений климата;

к) научное и информационно-аналитическое обеспечение охраны окружающей среды и экологической безопасности;

л) формирование экологической культуры, развитие экологического образования и воспитания;

м) обеспечение эффективного участия граждан, общественных объединений, некоммерческих организаций и бизнес-сообщества в решении вопросов, связанных с охраной окружающей среды и обеспечением экологической безопасности;

н) развитие международного сотрудничества в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Реализация государственной политики в области экологического развития обеспечивается путём осуществления эффективной деятельности органов государственной власти в рамках предоставленных им полномочий во взаимодействии с бизнес-сообществом, научными кругами, общественными и иными организациями:

а) при разработке, обсуждении и принятии нормативных правовых актов и нормативных технических документов;

б) при разработке долгосрочных программ социально-экономического развития, федеральных и региональных программ в области охраны окружающей среды;

в) при планировании и принятии решений об осуществлении на территории Российской Федерации, континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации экономической и иной деятельности, связанной с возможным негативным воздействием на окружающую среду.

2. Основные законодательные акты в области охраны окружающей среды и экологической безопасности:

Основными законодательными актами в области охраны окружающей среды и экологической безопасности являются:

Конституция Российской Федерации

Земельный кодекс Российской Федерации

Водный кодекс Российской Федерации

Лесной кодекс Российской Федерации

Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»





Федеральный закон от 30.12.2001 № 196-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом

благополучии населения»

Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях»

Федеральный закон от 24.04.1995 № 52-ФЗ «О животном мире»

Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»

Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»

Федеральный закон от 31.07.1998 № 155-ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации»

Федеральный закон от 30.11.1995 № 187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации»

Федеральный закон от 24.07.2009 № 209-ФЗ «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об экологической экспертизе»

Федеральный закон от 21.11.1995 N 170-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Об использовании атомной энергии»

Постановление Правительства Российской Федерации от 25.01.2013 №29 «О федеральном государственном охотничьем надзоре»

Постановление Правительства Российской Федерации от 12.05.2005 №293 «Об утверждении положения о государственном надзоре за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр»

Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 №326 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012 - 2020 годы»

Постановление Правительства Российской Федерации от 22.06.2007 №394 «Об утверждении положения об осуществлении федерального государственного лесного надзора (лесной охраны)»

Важным экологическим законом России является Федеральный закон от 10 января 2002 г. Д7-ФЗ «Об охране окружающей среды», от 3 марта 1992 г.

Задачи, принципы и основные объекты охраны окружающей природной среды сформулированы в I разделе Закона.

Определен приоритет охраны жизни и здоровья человека, обеспечение благоприятных условия для жизни, труда и отдыха населения при осуществлении любой деятельности, оказывающей воздействие на природу.

Согласно этому разделу Закона объектами охраны являются естественные экологические системы, озоновый слой атмосферы, а также Земля, ее недра, поверхность и подземные воды, атмосферный воздух, леса и иная растительность, животный мир, микроорганизмы, генетический фонд, природные ландшафты. Особой охране подлежат заповедники, национальные природные парки, памятники природы, редкие растения и животные. Право граждан на здоровую и благоприятную окружающую среду закреплено во II разделе Закона. Каждый гражданин России имеет право на охрану здоровья от неблагоприятного воздействия окружающей природной среды, которое обеспечивается планированием и госконтролем качества среды, страхованием граждан, возмещением им ущерба здоровью, нанесенному за счет загрязнения окружающей среды или иных вредных воздействий.

Экономический механизм охраны среды (III раздел) – основной в Законе РФ «Об охране окружающей природной среды». В нем раскрываются принципы платности за природоиспользование и загрязнение среды.

Важное место в экономическом механизме охраны среды имеет ст. 18, которая устанавливает, что любой природопользователь обязан заключить договор с исполнительным органом власти на предполагаемую хозяйственную или иную деятельность. Договор заключается на основе экологической экспертизы и лицензии (разрешения) на комплексное природопользование.

Нормирование качества окружающей среды и порядок государственной экологической экспертизы, установленные в разделах IV и V Закона, позволяют обеспечить государственное воздействие на природопользователей. Уровни предельно допустимых воздействий на окружающую среду по всем видам должны утверждать специально уполномоченные органы РФ в области охраны среды и санитарно-эпидемиологического надзора.

Требования к предприятиям, сооружениям и иным объектам сформулированы в VI – VII разделах Закона. Они обязательны как при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в строй, так и при эксплуатации объектов.

Порядок действий в чрезвычайных экологических ситуациях и на особо охраняемых природных территориях узаконен в VIII – IX разделах.

Экологический контроль согласно Закону (раздел X) является системным и состоит из государственного, производственного и общественного.

### 3. Структура управления охраной окружающей среды



Действующей структурой органов управления охраной окружающей природной среды предусматриваются две категории: органы общей и специальной компетенции.

К государственным органам общей компетенции относятся:

- 1) Президент;
- 2) Федеральное собрание;
- 3) Государственная дума;
- 4) Правительство;
- 5) представительные и исполнительные органы власти субъектов Федерации;
- 6) муниципальные органы.

К государственным органам специальной компетенции относятся те, которые выполняют природоохранные функции.

Основным государственным органом специальной компетенции является Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Структура Министерства включает следующие подразделения:

Департамент международного сотрудничества Минприроды России

Департамент государственной политики и регулирования в области геологии и недропользования

Департамент государственной политики и регулирования в области водных ресурсов

Департамент государственной политики и регулирования в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды

Департамент государственной политики и регулирования в сфере охотничьего хозяйства

Департамент государственной политики и регулирования в области лесных ресурсов

Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор)

Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра)

Федеральное агентство водных ресурсов (Росводресурсы)

Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз)

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)

Агентства и федеральные службы координируют работу подчиненных организаций.

Например, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-производственное объединение «Гайфун» - одно из ведущих

научно-исследовательских учреждений Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета.

НПО «Тайфун», созданное 1 января 1986 года, является правопреемником следующих государственных учреждений: Института экспериментальной метеорологии, Центрального конструкторского бюро гидрометеорологического приборостроения и Регионального центра «Мониторинг Арктики» Росгидромета.

НПО «Тайфун» объединяет следующие основные структурные единицы:

Институт экспериментальной метеорологии (ИЭМ), Институт проблем мониторинга (ИПМ) окружающей среды, Федеральный информационно-аналитический центр Росгидромета (ФИАЦ Росгидромета) по обеспечению оперативной и прогностической информацией в чрезвычайных ситуациях, связанных с аварийным загрязнением окружающей среды на территории Российской Федерации, Центральное конструкторское бюро гидрометеорологического приборостроения (ЦКБ ГМП), Центр метрологии и технического регулирования (ЦМТР) в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, В состав Учреждения входят три обособленных подразделения:

Основными направлениями научно-исследовательской деятельности НПО «Тайфун» являются:

#### 1. Физика атмосферы и геофизический мониторинг.

Физика пограничного слоя атмосферы, тропосферы, стратосферы, верхней атмосферы и околоземного космического пространства, включая оптику атмосферы, физику и химию аэрозолей, физику облаков, физику климата, тропическую метеорологию (тайфуны, циклоны, ураганы), активные воздействия на гидрометеорологические и геофизические процессы; развитие методов и средств геофизического мониторинга, включая:

развитие наземных, контактных, дистанционных и ракетных систем гидрометеорологических и геофизических наблюдений;

разработку, испытание и внедрение методов, моделей и технологий гидрометеорологических и гелиогеофизических расчетов и прогнозов, а также прогноз (предупреждение) об опасных природных (гидрометеорологических и геофизических) явлениях.

#### 2. Мониторинг загрязнения окружающей среды.

Мониторинг радиоактивного и химического загрязнения природной среды (почвы, воздуха, поверхностных и морских вод) различными продуктами антропогенного происхождения, физико-химические превращения и миграция загрязняющих веществ в природных средах, оценка



и прогноз влияния загрязнения на человека и качество природной среды, развитие методов и технологий мониторинга загрязнения окружающей среды.

### 3. Геоинформационные технологии.

Развитие технологий оперативной оценки и прогнозирование загрязнения природной среды, обусловленного техногенными авариями и природными катастрофами, развитие методов и средств представления данных и информации, в том числе с использованием геоинформационных систем для обеспечения органов государственной власти, Вооруженных Сил Российской Федерации и населения информацией о фактическом и прогнозируемом состоянии окружающей среды, ее загрязнении вследствие техногенных аварий и природных катастроф.

### 4. Гидрометеорологическое приборостроение и метрологическое обеспечение.

Создание и научно-методическое обеспечение новых видов и систем наблюдений, автоматизация научных исследований и производственных процессов, включая:

техническое перевооружение государственной наблюдательной сети; разработку, изготовление, испытание новых методов и средств измерения параметров окружающей среды и ее загрязнения;

изготовление, испытание и поставку единичных образцов и мелких партий (серий) измерительных и иных приборов, устройств для оснащения специализированных пунктов наблюдений на государственной наблюдательной сети и специальных средств наблюдений с подвижных платформ (автотранспортных, плавучих средств, самолетов, метеорологических ракет, спутников, беспилотных летательных аппаратов).

### 4. Ответственность за нарушение природоохранного законодательства.

Отношения в сфере оздоровления, охраны и улучшения окружающей природной среды, устранения и предупреждения вредных последствий воздействия на хозяйственную или другую сферу, которые регулируются нормами экологических и смежных отраслей права, называют экологическими правоотношениями. Правоотношения в экологической сфере могут классифицировать по основаниям разного плана: по объектам, по субъектам — участникам, по степени правовой охраны и т.д.

Согласно ФЗ «Об охране окружающей среды» различают следующие правовые отношения: земельные, водные и лесные, отношения естественных экологических систем, отношения по поводу использования и охраны атмосферного воздуха, отношения в сфере озонового слоя атмосферы, отношения в области микроорганизмов, животного мира, природных



ландшафтов, а также отношения в сфере особо охраняемых природных объектов и иные.

Условием обеспечения рационального использования природных ресурсов и экологической безопасности является строгое соблюдение всего российского законодательства об охране окружающей среды. В связи с чем, при рассмотрении дел о нарушении экологического законодательства, следует обеспечивать полное и всестороннее исследование всех обстоятельств противоправного деяния, и не допускать необоснованного освобождения виновного от ответственности. Лица, совершившие правонарушения, подлежат привлечению к ответственности за нарушение экологического законодательства, которая может выражаться в виде административной, дисциплинарной, гражданско-правовой и уголовной ответственности. Основными нормативно-правовыми документами, регулирующими ответственность за нарушения экологического законодательства в РФ являются: Лесной кодекс РФ, Кодекс об Административных правонарушениях РФ, Уголовный кодекс РФ, Трудовой кодекс РФ, Гражданско-правовой кодекс РФ и иные федеральные законы и постановления Правительства и Президента РФ, определяющие юридические аспекты для привлечения лица к ответственности за совершенное экологическое правонарушение.

Все правонарушения в экологической сфере делятся на проступки и преступления, первые влекут дисциплинарную, материальную и административную ответственность, вторые — уголовную. Ответственность гражданско-правового характера может быть возложена на виновного наряду с материальной, административной, дисциплинарной и уголовной. Это связано с тем, что привлечение виновного к любому из указанных видов ответственности, не освобождает субъекта от прямой обязанности возмещения причиненного вреда.

Административная ответственность за нарушение экологического законодательства применяется компетентными органами исполнительной власти, а также должностными лицами соответствующего органа. Ответственность административного характера в экологическом законодательстве представлена одиннадцатью группами, в которые входят: загрязнение окружающей природной среды; нарушение экологических требований при размещении, строительстве и реконструкции, а также эксплуатации предприятий и иных сооружений в сфере экологической деятельности, нарушение правил хранения, транспортировки и применения химических средств; превышение предельно допустимых радиационных, физических, биологических и других вредных воздействий.

Порядок привлечения к дисциплинарной ответственности регулируется трудовым законодательством, в соответствии с которым к ответственности такого типа привлекаются работники предприятий, организаций и учреждений независимо от формы собственности.

Уголовный закон не содержит определения экологического преступления. Оно дается в ст. 85 Закона РФ «Об охране окружающей природной среды» от 19 декабря 1991 года. Под экологическим преступлением в ней понимается общественно опасное деяние, посягающее на установленный в Российской Федерации экологический правопорядок, экологическую безопасность общества и причиняющее вред окружающей природной среде и здоровью человека.

С объективной стороны экологические преступления, как правило, выражаются в нарушении путем действия или бездействия соответствующих правил природопользования и охраны окружающей среды.

Большинство экологических преступлений относится к категории материальных составов: загрязнение вод (ст. 250 УК), загрязнение атмосферы (ст. 251 УК) и др. Состав нарушения законодательства о континентальном шельфе и об исключительной экономической зоне Российской Федерации (ст. 253 УК) сконструирован как формальный. Имеются и составы «угрозы причинения вреда», например, нарушение правил обращения экологически опасных веществ и отходов (ст. 247 УК).

В новом УК РФ есть специальная глава «Экологические преступления», в которой предусмотрено 17 составов преступлений. Все эти составы можно классифицировать на следующие виды в зависимости от непосредственного объекта посягательства:

нарушение действующих правил в области экологического пользования: ст. 246 – 249 УК РФ;

порча основных природных компонентов – вод, воздуха, земли и пр.: ст. 250 – 255, 257 УК;

преступления, посягающие на общественные отношения в сфере охраны фауны: ст. 256, 258, 260 УК

преступления, посягающие на общественные отношения в сфере охраны флоры: ст. 259, 261-262 УК.

Общественная опасность экологических преступлений не сводится к сумме вредных единичных последствий, к сумме причиненного экологического и экономического вреда, хотя эта составная часть общественной опасности наиболее очевидна и, может быть, наиболее ощутима.



Например, отмечается, что в результате использования современной техники сенокосения уничтожается птиц, зайцев, молодняка более крупных животных больше, чем охотой и браконьерством. Тем не менее, общественная опасность браконьерства законодателем обоснованно считается большей, нежели общественная опасность нарушения правил сенокосения или несоблюдения необходимых правил предосторожности.

Статья 259 УК РФ предусматривает уголовную ответственность за уничтожение критических местообитаний для организмов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, повлекшее гибель популяций этих организмов. Данная норма является новой для российского уголовного законодательства. Ее цель – предотвращение гибели редких и исчезающих видов животных, одного из наиболее ценных и усиленно охраняемых объектов окружающей среды. Объективная сторона данного преступления состоит в активных действиях, выразившихся в уничтожении среды обитания указанных выше животных (такими действиями может быть загрязнение соответствующих участков территории в результате хозяйственной и иной деятельности, проведении взрывных работ, размещение отходов, строительство производственных и непроизводственных объектов, в том числе нефтепроводов, железных дорог и т.п.), последствиях такого рода действий, т.е. гибели популяций этих организмов. Наказание за совершение данного преступления – ограничение свободы на срок до трех лет или лишение свободы на тот же срок.

## 5. Экономические механизмы природопользования

На современном этапе в хозяйственном механизме природопользования все большую значимость приобретает его экономический блок, охватывающий все виды экономического стимулирования рационального природопользования.

Экономические методы управления природопользованием базируются на принципах:

- **Принцип альтернативных издержек** применяется в условиях ограниченных природных ресурсов при существовании различных способов их применения;

- **Принцип “загрязнитель платит”** лежит в основе использования платности природных ресурсов;

- **Принцип устойчивого развития** предполагает включение окружающей среды в процесс экономического развития и сохранения её качества для будущих поколений людей;



- **Принцип предосторожности** заключается в предотвращении острых экологических ситуаций, а не борьбы с их последствиями.

Экономические механизмы охраны окружающей среды включают:

- Кадастры природных ресурсов
- Финансовое и материально–техническое обеспечение мероприятий по охране окружающей среды
- Платы за пользование природными ресурсами и их загрязнение
- Экологические фонды
- Экономическое стимулирование

*Кадастры природных ресурсов* – это своды экономических, экологических, организационных и технических показателей, характеризующих количество и качество природного ресурса, а также категории природопользователей. Кадастры составляются по видам природных ресурсов: *земельный, лесной, водный и др.* На базе их данных определяются денежная стоимость природного ресурса.

Финансовое и материально–техническое обеспечение мероприятий по охране окружающей среды. Существует несколько источников финансирования охраны окружающей среды:

- Государственный бюджет
- Внебюджетные экологические фонды
- Средства предприятий, учреждений и организаций

Мероприятия по охране окружающей среды и природопользованию осуществляются на основе государственной экологической программы с учётом природно–ресурсного потенциала отдельных регионов.

Финансирование экологических программ в бюджете выделяется отдельной строкой и обеспечивается материально–техническими ресурсами.

*Плата за пользование природными ресурсами и их загрязнение* – новый институт, введённый после отмены исключительной государственной собственности на природные ресурсы. Предполагается, что платность природных ресурсов повышает материальную заинтересованность производителей в эффективном использовании и сохранении этих природных ресурсов, а также обеспечивает появление дополнительных средств на восстановление и воспроизводство природных ресурсов.

Законом предусмотрено два вида платы:

- За пользование природными ресурсами
- За загрязнение окружающей среды

Основным назначением платы за пользование окружающей среды является компенсация причиняемого вреда, стимуляция сокращения

выбросов и экономическое обеспечение оздоровления и охраны окружающей среды.

*Экологические фонды.* Внебюджетные экологические фонды образуются из средств, поступающих от организаций, граждан, иностранных юридических лиц; из платежей за выбросы и сбросы загрязняющих веществ, и размещение отходов; из сумм, полученных по искам, штрафов, за счёт средств от реализации конфискованных орудий охоты и рыболовства. Эти средства зачисляются на специальные счета и распределяются на реализацию природоохранных мероприятий:

- охрана окружающей природной среды,
- оздоровление окружающей природной среды,
- строительство очистительных сооружений,
- внедрение экологически чистых технологий,
- компенсация вреда здоровью граждан,
- научные исследования,
- экологическое воспитание и образование,

Расходование средств экологических фондов на цели, не связанные с природоохраняемой деятельностью, запрещается.

*Экономическое стимулирование* осуществляется следующим образом:

- установлением налоговых и иных льгот предприятиям при внедрении безотходных технологий, использовании вторичных ресурсов и осуществлении другой деятельности, обеспечивающей природоохранный эффект;
- освобождением экологических фондов от налогообложения;
- передачей части экологических фондов в кредит предприятиям, гарантирующим снижением выбросов загрязняющих веществ;
- установлением повышенных норм амортизации основных производственных, природоохранных фондов;
- применением поощрительных цен на экологически чистую продукцию;
- введением специального налога на экологически вредную продукцию;
- применением льготного кредитования предприятий, эффективно осуществляющих природоохранную деятельность;

Местными властями могут устанавливаться и другие виды экологического стимулирования охраны окружающей среды.

## 6. Мониторинг окружающей среды





**Мониторинг** – комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под влиянием антропогенных факторов.

Целью мониторинга является оптимизация отношений между человеком и природой, экологическая ориентация хозяйственной деятельности.

По содержанию различают несколько видов мониторинга:

- 1) биосферный – слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли и предупреждение возникающих экстремальных ситуаций.
- 2) санитарно-токсикологический – слежение и контроль за качеством окружающей среды (соответствие ПДК), соблюдение которых обеспечивает благоприятные для жизни и безопасные для здоровья условия окружающей среды, прогноз состояния здоровья населения.
- 3) импактный – мониторинг в особо опасных для окружающей среды районах.
- 4) биологический – слежение за биологическими объектами.
- 5) экологический – наблюдение за изменениями в составе и функциях экосистем различного ранга, за динамикой природных ресурсов и средообразующих компонентов.
- 6) комплексный – непрерывная программа долгосрочного сбора информации о специфических экологических системах.
- 7) базовый (фоновый) – слежение за природными процессами без наложения на них региональных антропогенных изменений.

Структура мониторинга включает несколько блоков (см. рис. 1)

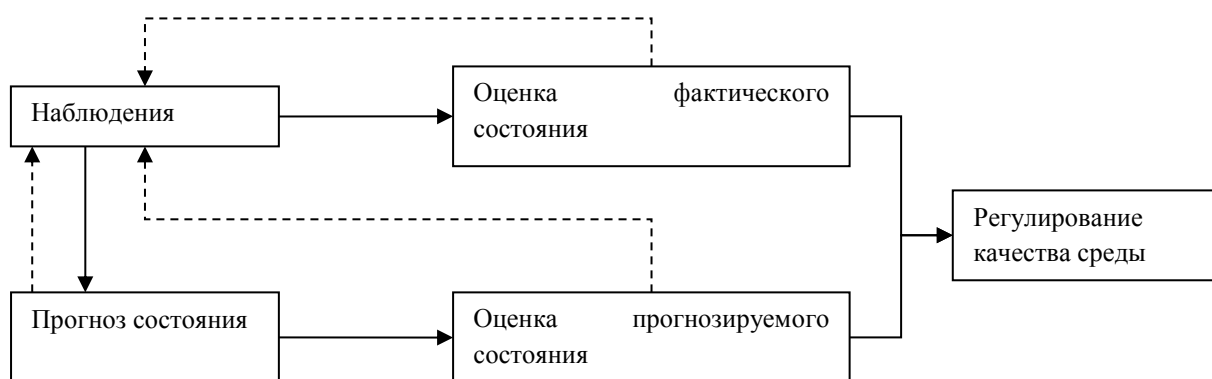


Рисунок 1 – Схема мониторинга по Израэлю Ю.А. (1989)

Мониторинг может осуществляться на локальном, региональном и глобальном уровнях.

Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь (НСМОС) – совокупность систем наблюдений, оценок и прогноза



состояния природных сред и явлений с организацией сбора, обработки и представления мониторинговой информации органам управления для решения задач рационального природопользования.

НСМОС базируется на упорядоченной системе сбора информации о состоянии компонентов природной среды, получаемой с пунктов наблюдений стационарной сети по долговременным программам.

Сбор информации осуществляется на 2624 пунктах, включённых в Государственный реестр.

Информация НСМОС является официальной государственной информацией о состоянии окружающей среды в Республике Беларусь.

**Государственный экологический мониторинг** (государственный мониторинг окружающей среды) осуществляется в рамках единой системы государственного экологического мониторинга федеральными органами исполнительной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации в соответствии с их компетенцией, установленной законодательством Российской Федерации, посредством создания и обеспечения функционирования **наблюдательных сетей** и информационных ресурсов в рамках подсистем единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды), а также создания и эксплуатации уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти государственного фонда данных.

Единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) (введена Федеральным законом от 21.11.2011 N 331-ФЗ)

Единая система государственного экологического мониторинга создается в **целях обеспечения охраны окружающей среды.**

**Задачами** единой системы государственного экологического мониторинга являются:

- регулярные **наблюдения за состоянием окружающей среды**, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, изменениями состояния окружающей среды;

- **хранение, обработка** (обобщение, систематизация) **информации** о состоянии окружающей среды;

- **анализ полученной информации** в целях своевременного выявления изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов, оценка и прогноз этих изменений;



- **обеспечение** органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, граждан **информацией** о состоянии окружающей среды.

Единая система государственного экологического мониторинга включает в себя подсистемы:

- государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды;
- государственного мониторинга атмосферного воздуха;
- государственного мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации;
- государственного мониторинга земель;
- государственного мониторинга объектов животного мира;
- государственного лесопатологического мониторинга;
- государственного мониторинга воспроизводства лесов;
- государственного мониторинга состояния недр;
- государственного мониторинга водных объектов;
- государственного мониторинга водных биологических ресурсов;
- государственного мониторинга внутренних морских вод и территориального моря Российской Федерации;
- государственного мониторинга исключительной экономической зоны Российской Федерации;
- государственного мониторинга континентального шельфа Российской Федерации;
- государственного экологического мониторинга уникальной экологической системы озера Байкал;
- государственного мониторинга охотничьих ресурсов и среды их обитания.

**Федеральными органами исполнительной власти**, уполномоченными на государственное управление в области охраны окружающей среды и на ведение подсистем **единой системы государственного экологического мониторинга** осуществляются:

- поиск, хранение, обработка и анализ информации **о состоянии окружающей среды**, происходящих в ней процессах, явлениях, об изменениях состояния окружающей среды;
- поиск, хранение, обработка и анализ информации **об объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду**, о характере, видах и об объеме такого воздействия;
- оценка состояния окружающей среды и прогнозирование его изменений под воздействием природных и антропогенных факторов;

- **определение связей** между воздействием природных и антропогенных факторов на окружающую среду и изменениями состояния окружающей среды;

- **выработка предложений** о предотвращении негативного воздействия на окружающую среду и направление их в органы государственной власти, органы местного самоуправления, юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям;

- **направление** в органы государственной власти, уполномоченные на осуществление государственного контроля, и правоохранительные органы **информации о нарушении нормативов** в области охраны окружающей среды вследствие воздействия природных и антропогенных факторов и предложений об устранении таких нарушений;

- **направление** в органы государственной власти, органы местного самоуправления **предложений при подготовке документов территориального планирования** и предложений об изменении документов в целях формирования благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, обеспечения охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах нынешнего и будущего поколений;

- **выпуск экстренной информации** о необходимости снижения негативного воздействия на окружающую среду природных и антропогенных факторов;

- оценка эффективности проводимых природоохранных мероприятий.

**Объектами** государственного мониторинга являются атмосферный воздух, почвы, поверхностные воды водных объектов (в том числе по гидробиологическим показателям), озоновый слой атмосферы, ионосфера и околоземное космическое пространство.

Организацию и осуществление государственного мониторинга обеспечивает **Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды** с участием других уполномоченных федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и Государственной корпорации по атомной энергии "Росатом" в соответствии с их компетенцией, установленной законодательством Российской Федерации.

Государственный мониторинг осуществляется на основе государственной системы наблюдений, включающей в себя стационарные и подвижные пункты наблюдений за состоянием окружающей среды.

**Государственная система наблюдений** включает в себя государственную наблюдательную сеть, формирование и функционирование



которой обеспечивается Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, а также территориальные системы наблюдений за состоянием окружающей среды, формирование и обеспечение функционирования которых осуществляется органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в установленном порядке:

а) проведение наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды, оценку происходящих в ней изменений, а также прогнозирование следующих опасных явлений и факторов:

опасные природные явления, приводящие к стихийным бедствиям;

неблагоприятные природные условия для отдельных направлений хозяйственной деятельности;

химическое, радиоактивное и тепловое загрязнение, физические, химические и биологические (для поверхностных водных объектов) процессы;

изменение компонентов природной среды, приводящее, в том числе к изменению климата;

б) предоставление органам государственной власти Российской Федерации, органам государственной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления сведений (данных) о фактическом состоянии окружающей среды, а также информации о происходящих и прогнозируемых изменениях в ее состоянии;

в) предоставление федеральным органам исполнительной власти, органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органам местного самоуправления и организациям, входящим в единую государственную систему предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, оперативной фактической и прогностической информации о состоянии окружающей среды в целях обеспечения безопасности населения и снижения ущерба экономике от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

г) предоставление органам, уполномоченным осуществлять федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, информации о состоянии окружающей среды для решения задач социально-гигиенического мониторинга;

д) предоставление специально уполномоченным государственным органам Российской Федерации в области охраны окружающей среды информации для комплексного анализа и оценки состояния окружающей среды и использования природных ресурсов;





е) предоставление заинтересованным организациям и населению текущей и экстренной информации об изменении окружающей среды, предупреждений и прогнозов ее состояния;

ж) организацию согласованного функционирования государственной наблюдательной сети, территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды и локальных систем наблюдения с целью обеспечения необходимой полноты и достоверности информации о состоянии окружающей среды, а также сопоставимость этой информации на всей территории страны, оптимизацию использования наземных, авиационных и космических систем наблюдений;

з) организацию согласованного функционирования государственной системы наблюдений с аналогичными международными системами.

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды при осуществлении государственного мониторинга **взаимодействует** со следующими федеральными органами исполнительной власти и организациями:

- **Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации** - в части организации и осуществления государственного экологического мониторинга на территориях государственных природных заповедников и национальных парков, а также при создании и эксплуатации государственного фонда данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды);

- Министерством экономического развития Российской Федерации, Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Министерством промышленности и торговли Российской Федерации, Министерством энергетики Российской Федерации, Министерством транспорта Российской Федерации, Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, Министерством регионального развития Российской Федерации, Федеральной службой государственной статистики - в части получения и использования сведений российской системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов;

Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий - в части получения и использования сведений о состоянии окружающей среды, получаемых при осуществлении мониторинга, лабораторного контроля и прогнозирования чрезвычайных ситуаций;

- **Министерством сельского хозяйства Российской Федерации** - в части получения и использования сведений о состоянии и загрязнении земель



сельскохозяйственного назначения, получаемых при осуществлении государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения;

- **Федеральной службой по надзору в сфере природопользования** - в части использования данных государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, результатов производственного контроля в области охраны окружающей среды и государственного экологического надзора, а также по вопросам установления и пересмотра перечня объектов, владельцы которых должны осуществлять мониторинг атмосферного воздуха;

**Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии** - в части использования государственных топографических карт, а также сведений о состоянии земель, получаемых при осуществлении государственного мониторинга земель (за исключением земель сельскохозяйственного назначения);

Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Федеральным медико-биологическим агентством - в части получения и использования сведений о состоянии атмосферного воздуха, поверхностных вод водных объектов и почв, получаемых при проведении социально-гигиенического мониторинга;

**Федеральным агентством водных ресурсов** - в части получения и использования сведений о водопотреблении и водоотведении на всех водных объектах, а также о проведении общей оценки и прогнозирования изменений состояния водных объектов, их морфометрических особенностей, количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов, получаемых при осуществлении государственного мониторинга водных объектов;

**Федеральным агентством по рыболовству** - в части использования сведений о состоянии среды обитания водных биологических ресурсов, получаемых при ведении государственного мониторинга водных биологических ресурсов;

**Федеральным агентством по недропользованию** - в части использования сведений о состоянии подземных вод для оценки влияния подземных вод на состояние поверхностных вод, а также сведений об опасных экзогенных и эндогенных геологических процессах для оценки их влияния на состояние окружающей среды, получаемых при осуществлении государственного мониторинга состояния недр;

- **Федеральным агентством лесного хозяйства** - в части использования сведений в отношении объектов государственного мониторинга, получаемых в ходе государственного лесопатологического мониторинга;



- **Федеральными органами исполнительной власти**, осуществляющими государственное управление использованием атомной энергии, и Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом" - с учетом данных, полученных локальными системами наблюдений в районах размещения ядерных установок, радиационных источников или пунктах хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ, пунктах хранения, хранилищах радиоактивных отходов на особых территориях (санитарно-защитные зоны и зоны наблюдения), эксплуатируемых организациями, в отношении которых соответствующие органы управления осуществляют государственное управление использованием атомной энергии в порядке, установленном законодательством Российской Федерации в области использования атомной энергии.

## 7. Экологическая экспертиза

**Государственная экологическая экспертиза** – это деятельность органов государственного контроля по анализу, проверке и оценке предплановой, проектно-сметной документации на её соответствие правилам и требованиям охраны окружающей среды и рационального природопользования в целях предупреждения возможных негативных воздействий на окружающую среду и обеспечения благоприятного её состояния.

Цель экологической экспертизы состоит в обеспечении экологической безопасности развития общества. Отсюда вытекает ее главная функция: определение экологической обоснованности как намечаемых, так и уже принятых решений.

Объектами экологической экспертизы являются:

- 1) проекты и технико-экономические обоснования строительства и эксплуатации хозяйственных сооружений, а также действующие предприятия и комплексы;
- 2) нормативно-техническая документация на создание новой техники, технологий, материалов, а также работающее оборудование;
- 3) проекты нормативных и административных актов и действующее законодательство.

Государственную экологическую экспертизу осуществляют только специализированные экспертные подразделения органов Минприроды, областных комитетов природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Экологическую экспертизу осуществляют на основе принципов:

- приоритета права общества на благоприятную окружающую среду;
- гармоничного сочетания экологических и экономических интересов;
- территориально-отраслевой и эколого-экономической целесообразности внедрения проектов;
- экологической совместимости проектов с требованиями охраны окружающей среды;
- экологической безопасности проектов при их реализации;
- строгого соблюдения государственных норм природопользования.

Этапы проведения экологической экспертизы:

- 1) на стадии размещения объектов хозяйственной и иной деятельности;
- 2) на стадии разработанной проектной документации;
- 3) на стадии действующих объектов (экологический аудит).

На стадии разработки проектной документации и размещения объектов хозяйственной деятельности экологическое обоснование проекта дает заказчик. Он обязан изложить масштабы воздействия предполагаемого объекта на окружающую природную среду и определить меры по восстановлению и возобновлению природных ресурсов. Государственная экологическая экспертиза оценивает обоснования заказчика и определяет дальнейшие решения. При положительном заключении экологической экспертизы открывается финансирование проекта, при отрицательном – запрещаются какие-либо действия до устранения недостатков. Нарушение этого правила влечет за собой административную или уголовную ответственность.

Экологический аудит – это экологическая экспертиза действующего оборудования, предприятия или иного хозяйственного объекта, а также применяемого законодательства.

**Экологический паспорт предприятия** – комплексный документ, содержащий характеристику взаимоотношений предприятия с окружающей природной средой. Экологический паспорт состоит из двух частей. Первая часть содержит общие сведения о предприятии, используемом сырье, описание технологических схем выработки основных видов продукции, схем очистки сточных вод и воздушных выбросов, их характеристики после очистки, данные о твердых и других отходах, а также сведения о наличии в мире технологий, обеспечивающих достижение наилучших удельных показателей по охране природы. Вторая часть экологического паспорта содержит перечень планируемых мероприятий, направленных на снижение нагрузки на окружающую среду, с указанием сроков, объемов затрат, удельных и общих объемов выбросов вредных веществ до и после осуществления каждого мероприятия.



## 7. Экологическая сертификация

**Экологическая сертификация** – это деятельность по утверждению соответствия объекта сертификации природоохранным требованиям, установленным действующим законодательством.

Экологическая сертификация является подсистемой национальной системы сертификации.

*Цель* экологической сертификации – защита интересов государства, общества и его граждан в сфере окружающей среды, обеспечения экологической безопасности и сохранения биоразнообразия.

*Задачи* экологической сертификации:

1) установление экологического сертификата и знака экологически чистой продукции как гаранта экологической безопасности объекта сертификации;

2) обеспечение экологической безопасности технологических процессов, оборудования, производств и продукции;

3) предотвращение ввоза в страну экологически опасных технологий и продукции;

4) выполнение международных обязательств Республики Беларусь и Российской Федерации в области охраны окружающей среды.

Экологическая сертификация строится на следующих *принципах*:

1) независимость – исключение влияния каких-либо юридических или физических лиц на результаты сертификации;

2) объективность – исключение представления преимуществ каким-либо предприятиям, юридическим или физическим лицам;

3) компетентность – участники процедуры должны обладать необходимой квалификацией, средствами и полномочиями;

4) открытость – отсутствие ограничений на доступ к участию в работах по процедуре экологической сертификации.

*Объекты* экологической сертификации:

- продукция, способная оказывать вредное воздействие на окружающую среду, жизнь и здоровье населения;

- системы управления окружающей средой производственных, опытно-экспериментальных и других объектов, предприятий и организаций.

Проводится как обязательная, так и добровольная сертификация. Организации, сертифицировавшие свою продукцию, получают экологические сертификаты соответствия и знак экологически чистой





продукции. При этом они получают право маркировать свою продукцию этим знаком и рекламировать ее в СМИ как экологически чистой.

Сертификацию проводят специально уполномоченные Госстандартом органы по экологической сертификации.

**Добровольная экологическая сертификация** осуществляется в тех случаях, когда в законодательных актах РФ не предписана обязательная сертификация и проводится по инициативе заявителя-природопользователя или юридического лица, выполняющего распорядительные функции в области использования природных ресурсов.

В 2009 г. в Министерстве природных ресурсов и экологии Российской Федерации была создана рабочая группа по разработке критериев добровольной экологической сертификации с учетом международного опыта создания и применения «зеленых» стандартов. В результате деятельности этой рабочей группы, в феврале 2010 Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии была зарегистрирована первая российская национальная Система добровольной сертификации объектов недвижимости – «Зеленые стандарты». С апреля 2011 г. действует вторая, усовершенствованная, версия Системы добровольной сертификации объектов недвижимости – «Зеленые стандарты». На базе этой системы был разработан Национальный стандарт ГОСТ Р 54694-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости».

Основным документом, регулирующим деятельность Системы, являются «Правила функционирования Системы добровольной сертификации объектов недвижимости «Зеленые стандарты». С апреля 2011 г. действует вторая, усовершенствованная, версия документа. Целью являются:

- минимизация негативного воздействия объекта недвижимости на окружающую среду,
- рациональное использование природных ресурсов, необходимых при строительстве и при эксплуатации объектов недвижимости;
- внедрение передовых энергоэффективных и энергосберегающих решений в практику строительства и эксплуатации зданий и сооружений;
- пропаганда и содействие развитию «зелёного» строительства в Российской Федерации;
- оказание помощи покупателям в компетентном выборе объектов недвижимости, не оказывающих негативного воздействия на окружающую среду.

Сертификации подлежат следующие виды недвижимости:

1. Здание.
2. Земельный участок.
3. Объект незавершенного строительства.
4. Сооружение.
5. Помещение.

Критерии, на соответствие которым сертифицируется объект, объединены в 8 групп.

1. **Экологический менеджмент:** наличие сертификации системы экологического менеджмента, разработку различных планов мероприятий природоохранной направленности на этапах жизненного цикла объекта недвижимости, и пр.

2. **Выбор участка, инфраструктура, ландшафтное обустройство:** требования к участку застройки с точки зрения расположения, наличия коммуникаций общего пользования, учреждений, оказывающих базовые услуги, транспортной доступности, по минимизации ландшафтных рисков при выборе участка под строительство и его дальнейшем обустройстве и пр.

3. **Рациональное водопользование, регулирование ливневых стоков и предотвращение загрязнения:** требования к проведению мероприятий по уменьшению ливневых стоков, меры по экономии питьевой воды, по рациональной организации ландшафтного орошения и пр.

4. **Архитектурно-планировочные и конструкторские решения:** требования к архитектурно-планировочным решениям, конструкторские решения по оптимизации внутреннего и наружного освещения, к мерам по минимизации локального нагрева и пр.

5. **Энергосбережение и энергоэффективность:** требования по повышению энергетической эффективности источников теплоснабжения, транспортировки тепла к местам потребления, использования тепла в местах потребления, требования к пуско-наладочным работам и приемке энергетических систем, использованию экологически безопасных хладагентов, к мерам по снижению потребления электроэнергии и пр.

6. **Материалы и отходы:** требования к строительным и отделочным материалам, использованию сертифицированной древесины, мерам по организации отдельного сбора твердых бытовых отходов и пр.

7. **Качество и комфорт среды обитания:** требования к мероприятиям по обеспечению качества воздуха внутри помещения, питьевой воды, радиационной безопасности, минимизации воздействия факторов внешней среды на объект недвижимости и пр.

8. **Безопасность жизнедеятельности:** требования по установке устройств обнаружения опасных газов, наличие независимых источников энерго- и водоснабжения и пр.

По каждому требованию выставляется балл. Баллы затем суммируются по критерию и умножаются на весовой коэффициент, определенный для данного критерия. Полученные в результате показатели суммируются по всем критериям Системы сертификации. В результате получается общий суммарный балл, выраженный в процентах.

Детальное регулирование экологической сертификации на федеральном уровне осуществляется на основе ведомственных актов Минприроды РФ.

## 9. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды

В первую очередь следует сказать о деятельности ООН и ее специализированных учреждениях.

1) Первая конференция ООН по окружающей среде состоялась в 1972 г. в Стокгольме. Уже в 1973 г. была принята программа по проблемам окружающей среды – ЮНЕП (United Nations Environment Programmer). Она координирует работы, ведущиеся в разных странах, обобщает мировой опыт, поддерживает перспективные начинания.

Главное направление работы ЮНЕП – обеспечение Глобальной системы наблюдений (мониторинга) за состоянием окружающей среды (климат, перенос ЗВ, возобновимые ресурсы, состояние МО, наблюдения для целей здравоохранения). ЮНЕП отвечает за глобальную информационную сеть, за Международный регистр потенциально токсичных химических веществ. ЮНЕП руководит работами по борьбе с опустыниванием и обезлесиванием, осуществляет программу региональных морей. Под контролем ЮНЕП находятся использование малоотходных и безотходных технологий, производство и транспортирование ядовитых веществ и отходов. ЮНЕП руководит также специальной программой по образованию в области охраны окружающей среды.

2) ЮНЕСКО в 1970 г. выступила с инициативой осуществления специальной долгосрочной программы «Человек и биосфера» - МАБ (Man and Biosphere – МАВ). В настоящее время в работе МАБ участвует более 100 стран. Как правило, эту работу ведут по отдельным проектам, например: Экологическое воздействие деятельности человека на тропические и субтропические экосистемы, Экологическое воздействие различных видов

землепользования и практики хозяйствования на леса умеренной зоны и Средиземноморья и т.д.

3) МСОП (Всемирный союз охраны природы и природных ресурсов) издает Красную книгу. Совместно с ЮНЕП подготовил и опубликовал «Всемирную стратегию охраны природы» - документ, отражающий коллективную озабоченность народов состоянием окружающей среды и содержащий развернутую программу их совместной деятельности. Он содержит конкретные рекомендации, относящиеся и к отдельным видам производств, и к отдельным районам Земли.

4) Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию - была создана ООН в 1983 г., результатом работы которой явилась разработка стратегии устойчивого развития.

5) Конференция ООН по окружающей среде и развитию в 1992 (Рио-де-Жанейро), на которой были приняты 5 основных документов:

- Декларация по окружающей среде и развитию. В преамбуле декларации отмечается, что единственный путь обеспечения долгосрочного экономического прогресса – это его увязка с охраной окружающей среды. Далее следуют 27 принципов, которые определяют права и обязанности стран в деле обеспечения развития и благосостояния людей.

- Повестка дня на XXI век. Этот документ представляет собой программу работы мирового сообщества на ближнюю и дальнюю перспективу и охватывает все аспекты устойчивого развития.

- Заявление о принципах в отношении лесов. В нем говорится о необходимости признать ключевую роль всех видов лесов в деле поддержания экологических процессов, удовлетворения потребности в энергии и различных видов сырья и потребительских продуктов, благоприятного воздействия на устойчивое развитие сельского хозяйства. В документе говорится также о необходимости процессов обезлесивания, обуздания безудержной вырубке лесов, в том числе и путем более жесткой регламентации международной торговли древесиной, а также всемерном стимулировании работы по возобновлению лесов.

- Конвенция о биоразнообразии. Она предусматривает многочисленные меры по сохранению и устойчивому использованию биоразнообразия как в природной среде, так и в искусственных условиях. При этом на государства возлагается обязанность разрабатывать национальные стратегии, планы и программы, направленные на сохранение такого разнообразия. Подписавшие конвенцию имели также в виду, что за ее общими положениями последуют более конкретные соглашения, протоколы и иные договоренности.

- Конвенция об изменении климата. Она исходит из того, что изменения климата Земли и его неблагоприятные последствия должны быть предметом общей озабоченности. Она подчеркивает, что глобальные изменения климата требуют сотрудничества всех стран и их участия в соответствующих международных мероприятиях.

На этой же конференции был создан Глобальный экологический фонд.

Все эти меры дали определенный положительный эффект. Тем не менее сколько-нибудь радикального сдвига к лучшему в состоянии глобальной природной среды достигнуть пока не удалось. К такому выводу пришла 19 Специальная сессия Генеральной Ассамблеи ООН (1997), созванная для подведения итогов деятельности государств в области охраны окружающей среды за пятилетний период после конференции в Рио. Многие стратегические решения конференции выполнены не были. Это относится не только к национальным экологическим программам, но и к финансированию природоохранных мер богатыми странами.

**Современная система международного сотрудничества** в области охраны окружающей среды объединяет следующие направления:

- 1) парламентское – состоит в координации законодательной деятельности стран, обеспечивает решение межгосударственных экологических проблем путем разработки рекомендательных законов в природоохранной сфере;
- 2) взаимодействие исполнительных структур отдельных государств ориентируется на координирующие разработки и решение экологических проблем под эгидой ООН;
- 3) конвенционное состоит в регулировании природоохранной деятельности путем заключения договоров и других видов международных соглашений, в которых предлагается единый подход всех стран к решению конкретных экологических проблем;
- 4) научно-техническое сотрудничество направлено на обмен научно-технической информацией, совместную реализацию природоохранных проектов, комплексное использование научных разработок, совместно осуществляемую экспертизу и т.п.;
- 5) экологическое сотрудничество – организация международных форумов, конференций и других подобных мероприятий.

Основными объектами международного сотрудничества являются те, по поводу использования которых разные страны вступают в экологические отношения. Среди них выделяют две категории объектов: не входящие и входящие в юрисдикцию государств. К первой группе относятся: воздушный





бассейн, космос, Мировой океан, Антарктика, мигрирующие виды животных. Эти объекты используются и охраняются в соответствии с нормами международного экологического права. Ко второй группе относятся объекты, входящие в юрисдикцию государств: реки, моря, озера, объекты мирового природного наследия, редкие и исчезающие виды животных и растений.

Вопросы:

1. С какой целью используют различные принципы классификации природных ресурсов?
2. Охарактеризуйте преимущества хозяйственного механизма природопользования по сравнению с бесплановым.
3. Назовите основные принципы государственной политики РФ в области экологического развития.
4. Какие цели и задачи имеет государственная политика РФ в области экологического развития?
5. Назовите основные законодательные документы обеспечивающие реализацию государственной политики РФ в области экологического развития.
6. Какое значение имеет Федеральный закон «Об охране окружающей среды» для экологического развития РФ?
7. Назовите органы общей и специальной компетенции в структуре управления охраной окружающей среды.
8. Какие функции выполняют научно-исследовательские учреждения органов специальной компетенции?
9. Какую ответственность несут граждане, физические и юридические лица за нарушение природоохранного законодательства?
10. За какие экологические преступления предусмотрена уголовная ответственность?
11. На каких принципах базируются экономические методы управления природопользованием?
12. Опишите экономические механизмы охраны окружающей среды.
13. Для чего служат различные виды мониторинга?
14. Для чего служит Единая государственная система экологического мониторинга? Какие подсистемы она включает?
15. Какие функции выполняют Федеральные органы исполнительной власти при осуществлении экологического мониторинга?
16. Какие Федеральные органы отвечают за отдельные виды мониторинга?
17. Что такое экологическая экспертиза, для чего она нужна и как производится?



18. Что такое экологическая сертификация, по каким принципам она проводится?
19. Какие организации отвечают за международное сотрудничество в области охраны окружающей среды?
20. Назовите основные документы определяющие направления международного сотрудничества в области охраны окружающей среды.



## Темы рефератов по дисциплине «Основы экологии»

1. Влияние автотранспортного комплекса на состояние окружающей среды в Москве
2. Переработка отходов полиграфии
3. Утилизация осадков сточных вод гальванического производства
4. Страхование экологических рисков
5. От абсолютной безопасности к приемлемому риску
6. Новая концепция переработки отходов в Москве на базерегиональных центрах
7. Классификация твердых промышленных и бытовых отходов (ТП и БО)
8. Информация “государственная” и “общественная”
9. Доступ к экологической информации: права и возможности
10. ISO 14000 - международные стандарты в области систем экологического менеджмента
11. Современные технологии и экологические проблемы современности
12. Биологическая очистка сточных вод
13. Экологические проблемы как элемент производственной политики
14. Экоаудит
15. Экологическая оценка эффективности использования осадка сточных вод в качестве удобрения в условиях курской области
16. Загрязнение окружающей среды и его формы
17. Оценка и плата за природные ресурсы
18. Роль экологической этики в современном обществе
19. Способы обезвреживания и утилизации сточных вод
20. Визуальная среда - один из главных компонентов жизнеобеспечения человека
21. Обеззараживание и обезвреживание с использованием окислителей природных, сточных вод и их осадков
22. Методика оценки радиационной обстановки
23. Малые дозы ионизирующего излучения и их воздействие на организм человека
24. Загрязнение водных ресурсов и методы очистки
25. Вредные вещества, воздействие и нормирование
26. Водоснабжение и канализация города
27. Экофилософия
28. Технология переработки шин
29. Обработка отходов птицефабрик
30. Концепция ноосферы.



31. Основной закон экологии.
32. Сукцессия экологических систем.
33. Закон толерантности В. Шелфорда..
34. Закон конкурентного исключения.
35. Закон видового разнообразия..
36. Правило Уоллеса.
37. Пирамиды энергий.
38. Биосфера, как оболочка Земли.
39. Эволюция биосферы.
40. Функциональные связи в биосфере.
41. Экологические системы.
42. Биогеоценозы и биоценозы.
43. Биогеохимические круговороты.
44. Организация биосферы.
45. Экологические ниши.
46. Гомеостаз популяций.
47. Экологические проблемы размещения вредных для человека и биоценозов производств и предприятий в мегаполисах.
48. Понятие о ПДК, ПДВ. ПДК наиболее опасных веществ.
49. Особенности вредного воздействия радиации.
50. Значение и виды мониторинга.
51. Организация контроля окружающей среды на предприятиях.
52. Проблема утилизации мусора и бытовых отходов.
53. Проблема очистки бытовых стоков.
54. Проблема качества воды.
55. Влияние автотранспорта на окружающую среду.
56. Рациональная экологическая организация города.
57. Экологические проблемы сельского хозяйства.
58. Качество пищи и состояние окружающей среды.
59. Проблема перехода на замкнутые системы и безотходные производства.
60. Перспективы создания малоопасных и малотоксичных производств.
61. Правовое обеспечение охраны окружающей среды.
62. Нормативно - правовые документы по охране окружающей среде. промышленной и экологической безопасности.
63. Организация системы контроля экологической, технической безопасности и санитарного состояния предприятий
64. Развитие цивилизации и цепь экологических кризисов.
65. Учение В.И. Вернадского.
66. Учение Тейяра де Шардена



67. Работы представителей Римского клуба.
68. Экологическое моделирование.
69. Транснациональные корпорации и экология.
70. Международное сотрудничество в экологической сфере..
71. Экологические принципы в культуре общества.
72. Экологическая этика.
73. Принципы экологического гуманизма.
74. Основные направления экологического воспитания.
75. Основные законы экологии
76. Экология мегаполисов.
77. Управление качеством окружающей среды и экологический менеджмент
78. Основы социальной экологии.
79. Системы «ПРИРОДА-ОБЩЕСТВО».
80. Социоприродные законы.
81. Биосферные функции человечества
82. Загрязнение атмосферы
83. Парниковый эффект
84. Истощение озонового слоя
85. Кислотные дожди
86. Смог
87. Массовое сведение лесов
88. Мусор и отходы
89. Загрязнение природных вод
90. Загрязнение морской среды
91. Экология и охрана биосферы
92. Источники техногенного загрязнения биосферы (в системе техносфера-атмосфера-литосфера-гидросфера)
93. Природоохранная деятельность на промышленных предприятиях
94. Общие принципы системного анализа процессов и аппаратов экологически чистых технологий
95. Процессы и аппараты (техника) для обеспечения экологической безопасности и ресурсосберегающих технологий
96. Очистка и переработка технологических газов, дымовых отходов и вентиляционных выбросов
97. Очистка и повторное использование технической воды и промышленных стоков
98. Рекуперация, вторичная переработка, хранение и использование твердых отходов. Оценка технологий





99. Виброакустические загрязнения (излучения, поля) окружающей среды: механизм явления, нормирование и защита
100. Производственный шум: механизм явления, нормирование и методы защиты
101. Вибрация: механизм явления, нормирование и методы защиты
102. Неионизирующие и ионизирующие загрязнения (излучения, поля) окружающей среды: механизм явления, нормирование, безопасные технологии и защита
103. Неионизирующие излучения. Электромагнитное загрязнение биосферы: опасность, оценка, технические средства защиты
104. Ионизирующие поля и излучения: опасность, оценка, технические средства защиты. Безопасные технологии
105. Промышленные аварии и техногенные чрезвычайные ситуации
106. Экологическая безопасность человека, биосферы и промышленных (инженерных) объектов в условиях техногенных чрезвычайных ситуаций (ТСЧ) и аварий
107. Новые экологически чистые (безопасные) производства
108. Приоритетные пути развития и реализации новых технологий
109. Экология особей.
110. Основные составляющие механизма государственного управления природопользованием – методы, функции, организационные структуры (органы управления).
111. Учение об экологических факторах
112. Административные, экономические, социально-психологические, информационные методы управления природопользованием
113. Усиление значения антропогенного фактора в эволюции природы
114. Специфика рыночных методов управления природопользованием
115. Закономерность влияния экологического фактора на организм
116. Территориальный и отраслевой принципы управления природопользованием.
117. Жизненные формы.
118. Экологическое и природно-ресурсное законодательство – основа государственного регулирования экологической сферы.
119. Формирование современной системы правового регулирования природопользования
120. Законодательство Республики Беларусь и другие нормативные акты по вопросам рационального использования и охраны природных богатств
121. Учение о природных сообществах
122. Ответственность за нарушение природоохранного законодательства.



123. Возмещение вреда, причиненного окружающей среде.
124. Компоненты природных сообществ
125. Система экологических нормативов
126. Типы биотических отношений
127. Сущность, цель и задача мониторинга окружающей среды
128. Экологическая ниша
129. Создание Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь и ее функционирование
130. Природные ресурсы.
131. Природные условия.
132. Государственные кадастры природных ресурсов
133. Экономическая классификация природных ресурсов
134. Экономическая оценка природных ресурсов
135. Традиционные методы оценки природных благ: затратный и рентный теоретико-методологические подходы
136. Затратная концепция академика С.Г. Струмилина
137. Глобальные и региональные проблемы загрязнения атмосферы
138. «Смешанный» подход к определению ценности естественных ресурсов и практическое его применение
139. Ущерб от загрязнения и истощения окружающей среды
140. Водные ресурсы планеты и РБ.
141. Оценка размера экономического ущерба
142. Значение воды в природе и жизни человека.
143. Восполнимые и невосполнимые социальные потери
144. Совокупный предотвращенный ущерб
145. Охрана и рациональное использование водных ресурсов
146. Земельные ресурсы и недра
147. Структура земельных ресурсов РБ и почвы РБ
148. Основные инструменты природопользования
149. Причины деградации почв и мероприятия по их защите
150. Инструменты косвенного эколого-экономического регулирования
151. Эрозия почв в РБ и факторы способствующие возникновению эрозии
152. Рекультивация земель
153. Формирование системы платного природопользования в Беларуси
154. Растительные ресурсы и животный мир планеты
155. Растительные ресурсы и животный мир РБ
156. Основные инструменты регулирования природопользования в экономически развитых странах
157. Рынок прав на загрязнение окружающей среды и его инструменты



158. Классификация и функции лесов.
159. Международные, конвенции, программы, организации в природоохранной сфере
160. Экологическая деятельность ООН и ее специализированных органов
161. Охрана природы в Беларуси
162. Основные системы с.-х. производства и их эколого-экономическая характеристика
163. Участие Республики Беларусь в международном экологическом сотрудничестве
164. Альтернативные формы агропроизводства
165. Экологические проблемы твердых промышленных и бытовых отходов



## Рекомендуемая литература

1. Тотай, А.В. Экология : учеб. пособие для бакалавров / под общ. ред. А. В. Тотая. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 411с.
2. Болбас, М.М. Экология и ресурсосбережение на транспорте: учебник для вузов / под ред. М. М. Болбаса. - Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2011. – 296 с.
3. Мисюченко, В.М. Экологическая экспертиза: учебно-метод. пособие / сост. В.М. Мисюченко, Л.С. Ивашечкина, К.М. Мукина. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. – 68 с.
4. Алябышева, Е.А. Промышленная экология: учебное пособие / Е.А. Алябышева, Е.В. Сарбаева, Т.И. Копылова, О.Л. Воскресенская. – Йошкар-Ола: ГОУ ВПО «Марийский государственный университет», 2010. – 110 с.
5. Власов, П.П. Краткий курс экологии: учебное пособие / П.П. Власов, М. В. Орлова, Н.В. Тарасенков. – СПб.: СПГУТД, 2010. – 134 с.
6. Галюжин, С.Д. и др. Экология : учеб. пособие для вузов / С. Д. Галюжин [и др.] ; под ред. А. В. Тотая. - Брянск : БГТУ, 2009. - 352с.
7. Бусел, А.В. Общая и прикладная экология дорожно-транспортного комплекса: Учеб. пособие / А.В. Бусел [и др.]; под ред. Е.В. Кашевской. - Могилев: Белорусско-Российский университет, 2004. – 330 с.
8. Чистик, О.В. Экология: Учеб. пособие / О.В. Чистик. – Мн.: Універсітэцкае, 2000. – 186 с.
9. Маврищев, В.В. Основы общей экологии: Учеб. пособие / В.В. Маврищев. – Мн.: Выш. шк., 2000. – 317 с.
10. Маврищев, В.В. Основы экологии: Учебник / В.В. Маврищев. – Мн.: Выш. шк., 2005. – 416 с.
11. Киселев, В.Н. Основы экологии: Учеб. пособие / В.Н. Киселев – Мн.: Універсітэцкае, 2000.– 383 с.
12. Шимова, О.С. Основы экологии и экономика природопользования: Учебник. / О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. – Мн.: БГЭУ, 2001. – 368 с.
13. Байтелова, А.И. Источники загрязнения объектов окружающей среды: Методические указания к лабораторным и практическим занятиям. // А.И.Байтелова, С.В. Шабанова - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003.-47с.
14. Лебедева, М.И. Экология: Учеб. пособие. / М.И.Лебедева, И.А. Анкудимова – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – 80 с.
15. Хван, Т.А. Промышленная экология: Учебное пособие / Т.А Хван. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 320 с.
16. Гарин, В.М. Экология для технических вузов: Учебное пособие / В.М. Гарин, И.А Кленова, В.И. Колесников; под ред. Гарина В.М. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 384 с.



17. Розанов, С.И. Общая экология: Учебник для техн. направлений и спец. / С. И. Розанов. - СПб.: Лань, 2001. – 288 с.
18. Баранов, Н.Н. Основы экологии / Методические указания и задания для студентов строительных специальностей к практическим занятиям. // Н.Н. Баранов, Р.И. Ленкевич – Мн.: БНТУ, 2006, - 48 с.
19. Лебедева М. И., Анкудимова И. А. Экология: Учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 80 с.
20. Коваленко, Л.А. Контроль состояния окружающей среды и защита от антропогенных загрязнений : учеб. пособие для вузов / Л. А. Коваленко [и др.] ; под ред. В. В. Скибенко. - 2-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2010. - 448с.
21. Соколовский, Н.К. Основы экологии и экономика природопользования: Практикум / Н.К. Соколовский, А.И. Чертков, О.С. Шимова. – Мн.: БГЭУ, 2003. – 105 с.
22. Соколовский, Н.К. Эколого-экономические проблемы использования и охраны природных ресурсов: Тексты лекций. – Мн.: БГЭУ, 2000. – 153 с.
23. Москаленко, А.П. Экономика природопользования и охраны окружающей среды: Учеб. пособие. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов-н / Д: Изд. центр «МарТ», 2003. – 224 с.

