

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

А.В. Щур, А.Ю. Скриган, Т.Н. Агеева, И.В. Шилова,
И.Н. Фойницкая, В.М. Пускова, И.С. Селезнева

Учебное пособие
для студентов всех специальностей



Tempus



УДК 504+502.3

ББК 20.1

Э 40

Издание осуществлено при поддержке программы «TEMPUS»

Рекомендовано к опубликованию

Советом ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет»

Одобрено кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»

«21» января 2014 г., протокол № 6

Составители: канд. с.-х. наук, доц. А.В. Щур,
канд. геогр. наук, доц. А. Ю. Скриган; канд. вет. наук Т.Н. Агеева,
ст. преподаватели И.В. Шилова, И. Н. Фойницкая,
ассистенты В.М. Пускова, И.С. Селезнева

Рецензенты: доктор биол. наук, доц. С.В. Лазаревич,
канд. с.-х. наук Т.П. Шапшеева

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

А.В. Щур

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

Печать трафаретная. Усл.-печ. л.. Уч.-изд. л.. Тираж 100 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«Белорусско-Российский университет»

ЛИ № 02330/375 от 29.06.2004 г.

212000, г. Могилев, пр. Мира, 43

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2014



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.

Авторы выражают благодарность программе «TEMPUS» за поддержку в подготовке и издании учебного пособия.



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 изолированно, 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;

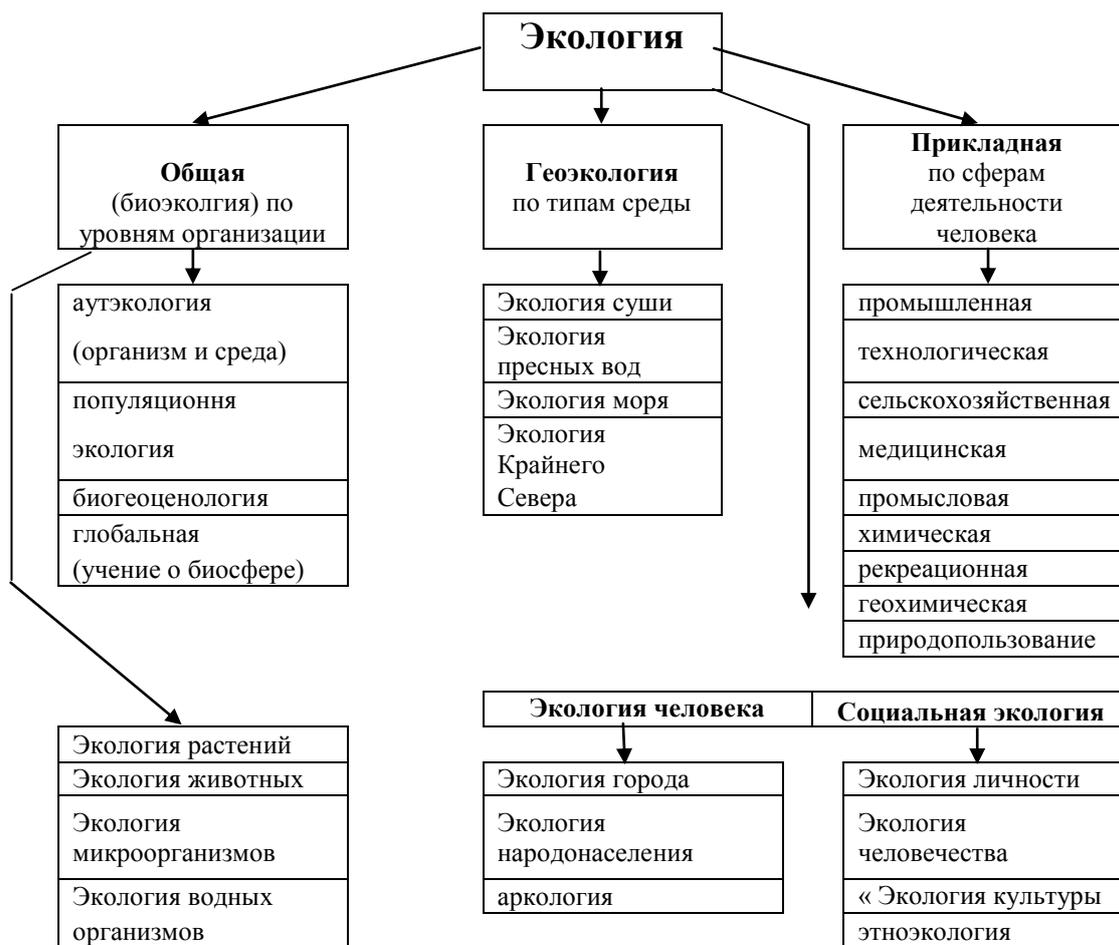


Рисунок 1 – Структура современной экологии

- биогеоценологическая (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.

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.

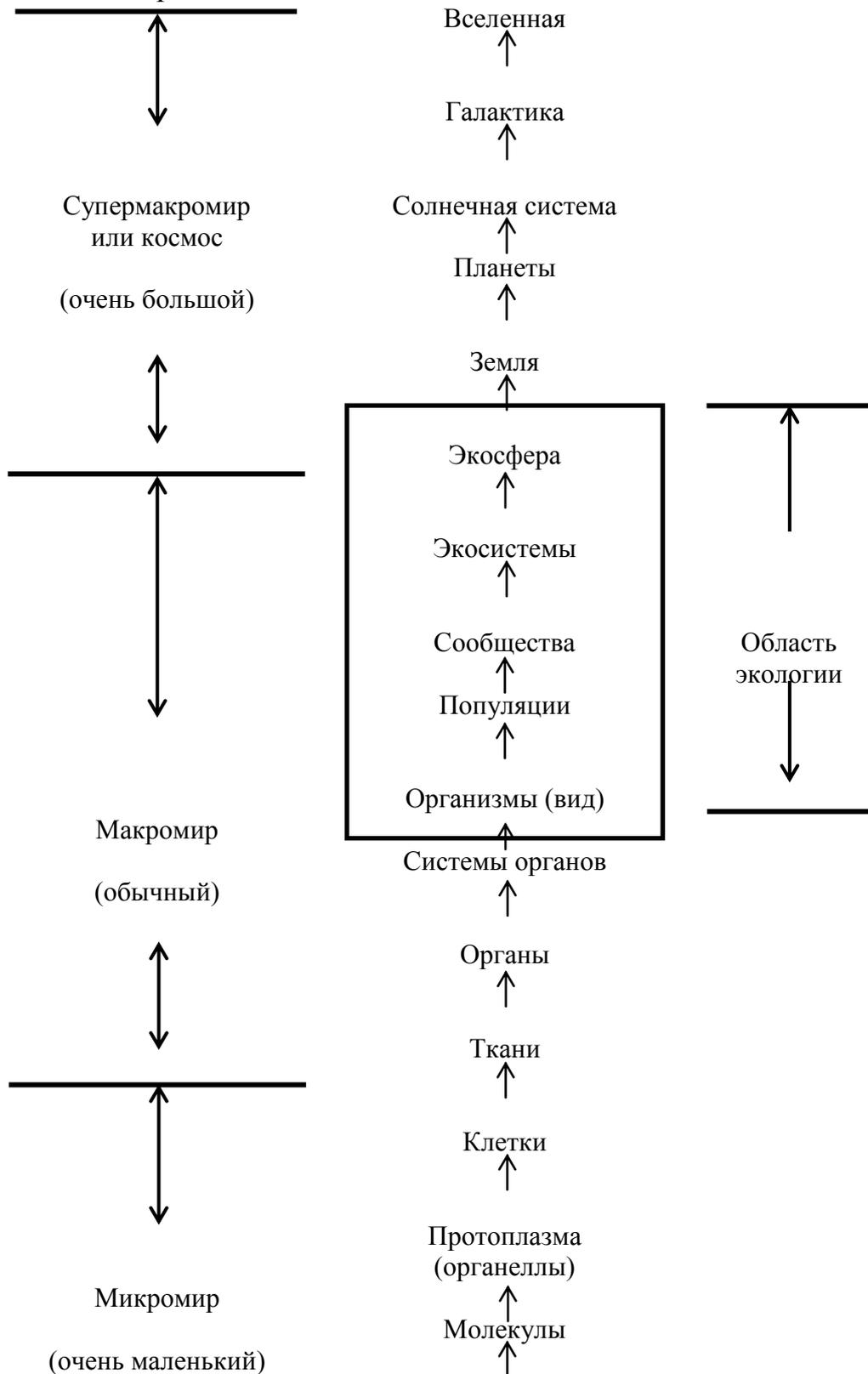




Рисунок 2 – Уровни организации природных систем

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 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).

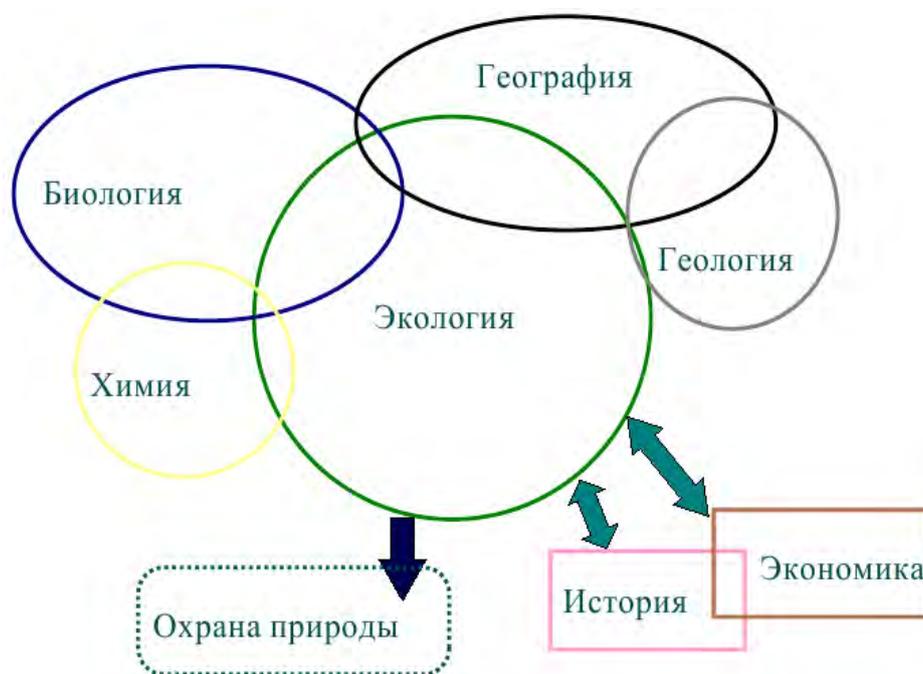


Рисунок 3 – Экология и другие науки

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. Биосфера и человек: ноосфера – область взаимодействия человека и биосферы.

1. Возникновение жизни на земле

Общая схема эволюции жизни на Земле представлена на рисунке 1.

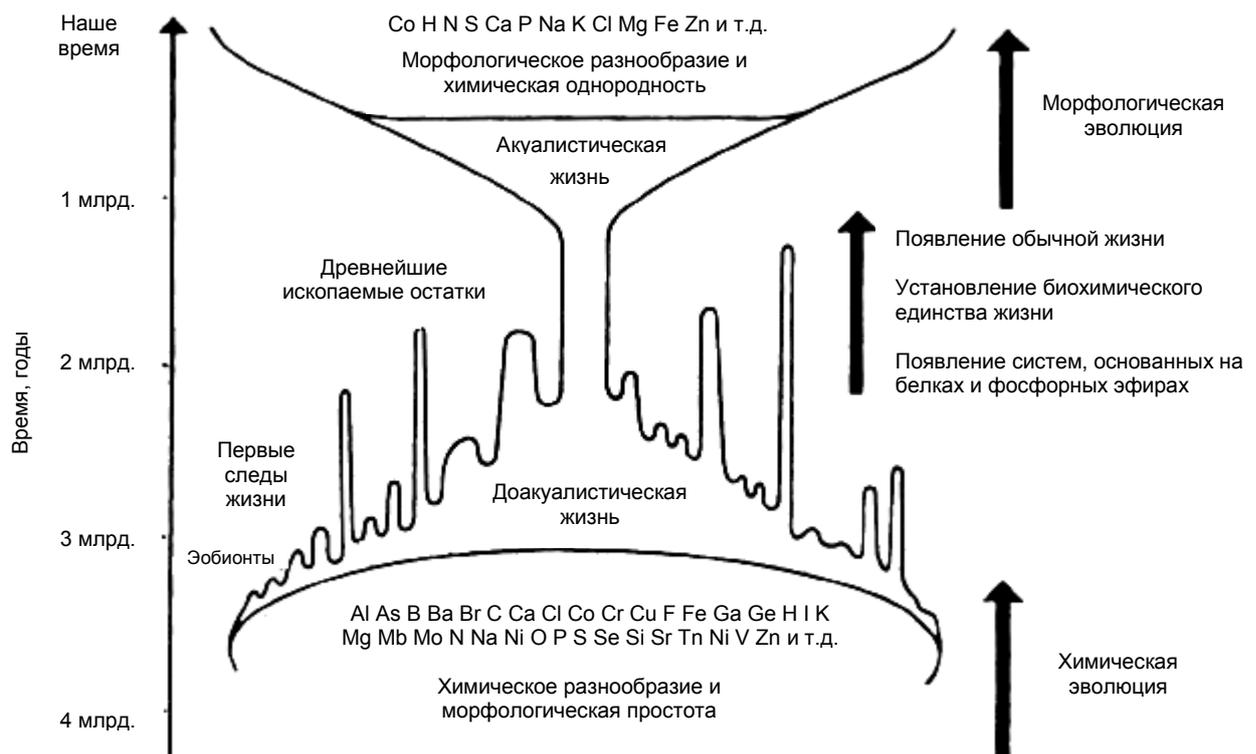


Рисунок 1 – Общая схема эволюции жизни на Земле

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 О₂ образуются трехатомные молекулы озона О₃. 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.

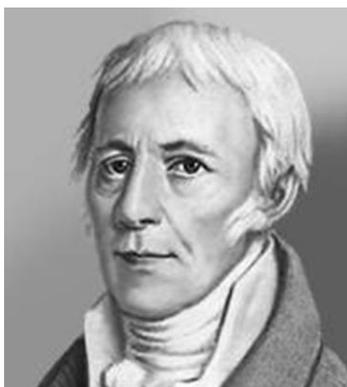
Около 800 млн. лет до нашей эры – это возраст наиболее древних из достоверно датированных останков животных. Около 410 млн. лет назад появились первые и наиболее успешные сосудистые наземные растения (прародители современных лесов). В позднем мезозое (в меловом периоде) зародились млекопитающие.

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.

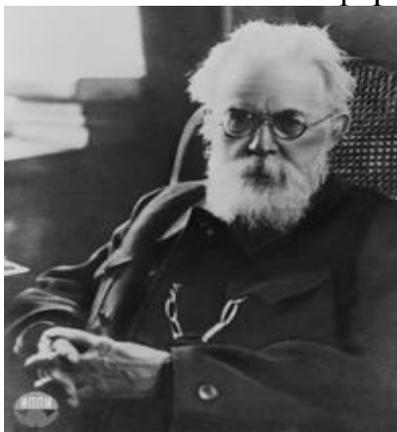
Термин «Биосфера» впервые ввел в науку французский натуралист **Ж.-Б. Ламарк в 1803** году, понимая под биосферой всю совокупность живых организмов планеты.





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.

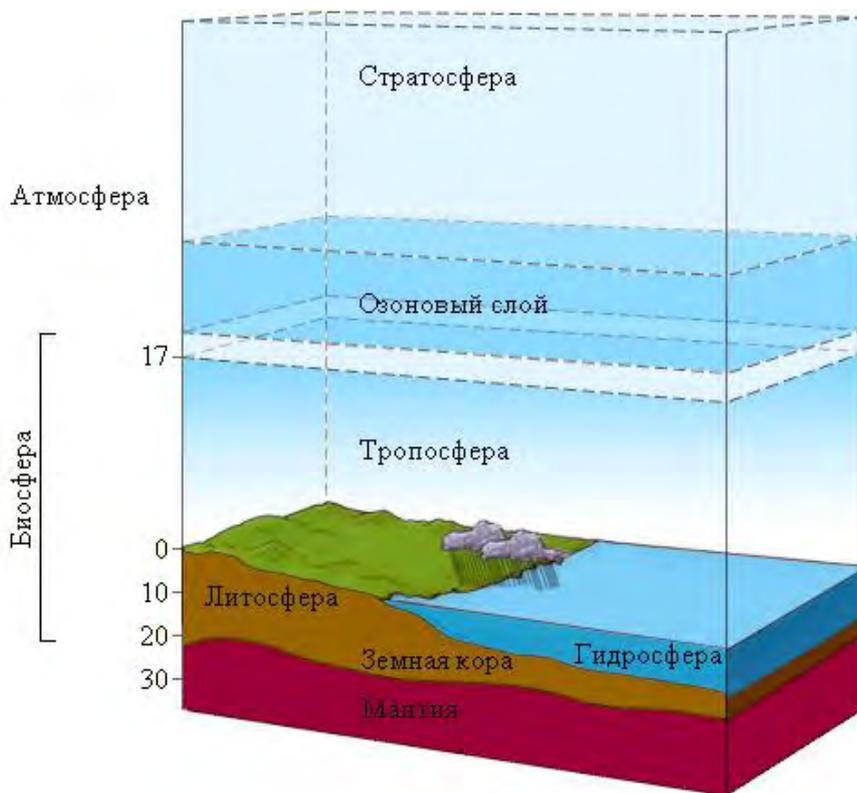


Рисунок 2 – Состав и строение биосферы

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**.

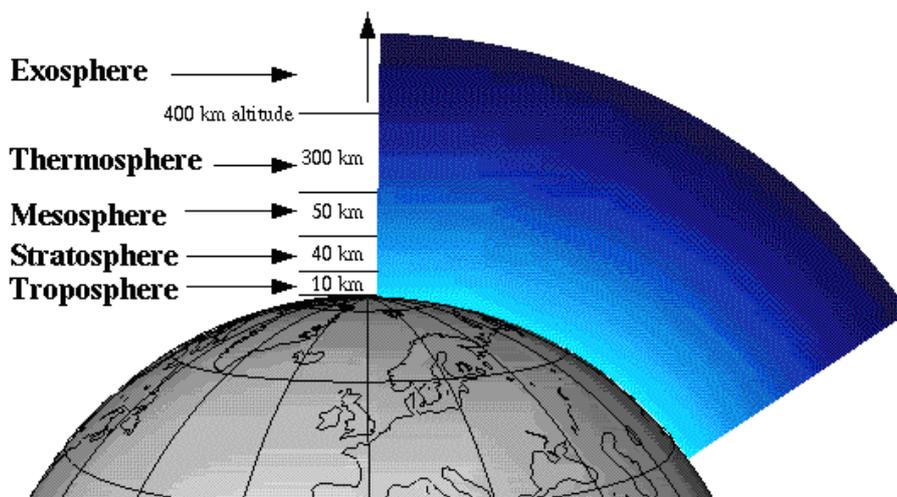


Рисунок 3 – Атмосфера

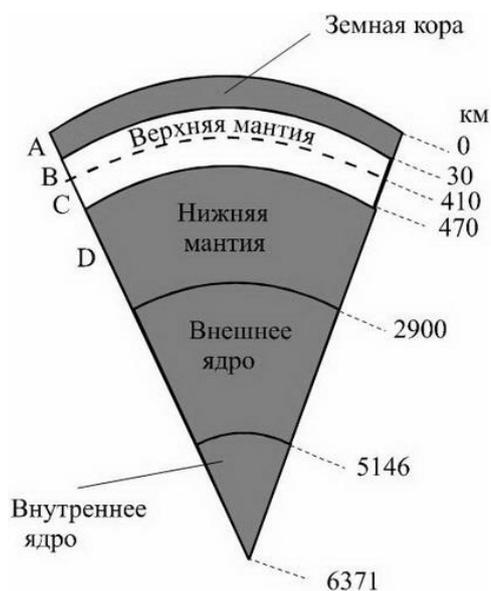
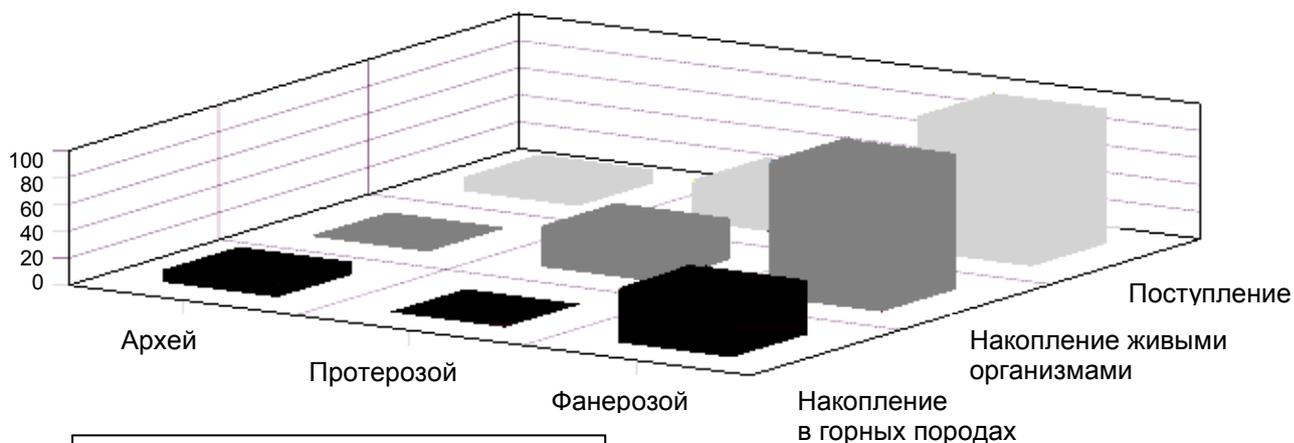
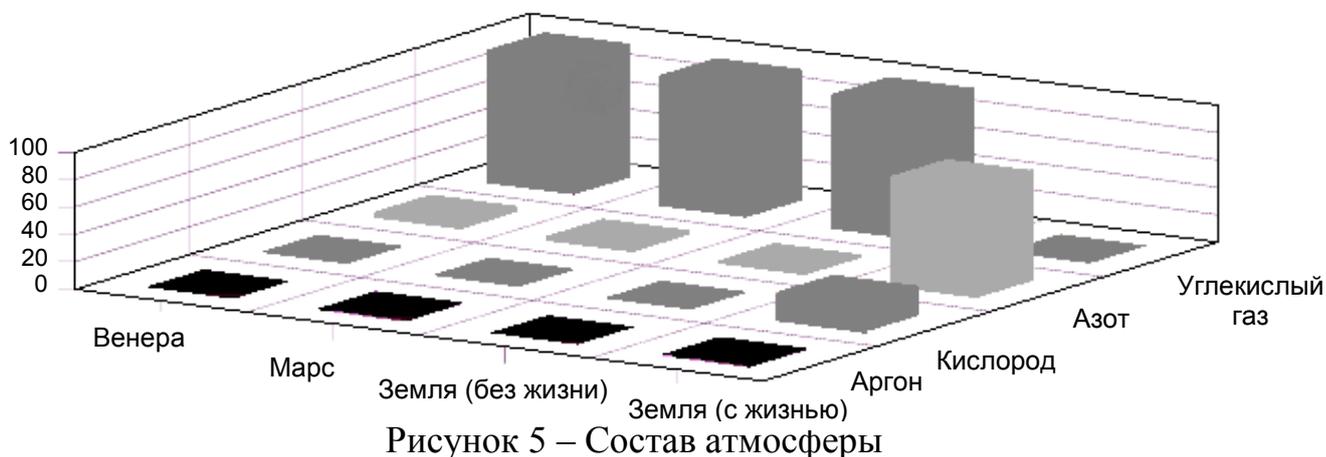


Рисунок 4 – Литосфера

Границы биосферы:

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



Архей – 2600-3500 млн. лет
Протерозой – 570-2600 млн. лет
Фанерозой – 570-0 млн. лет

Рисунок 6 –Изменение круговорота кислорода на Земле (Гт/год)

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.)

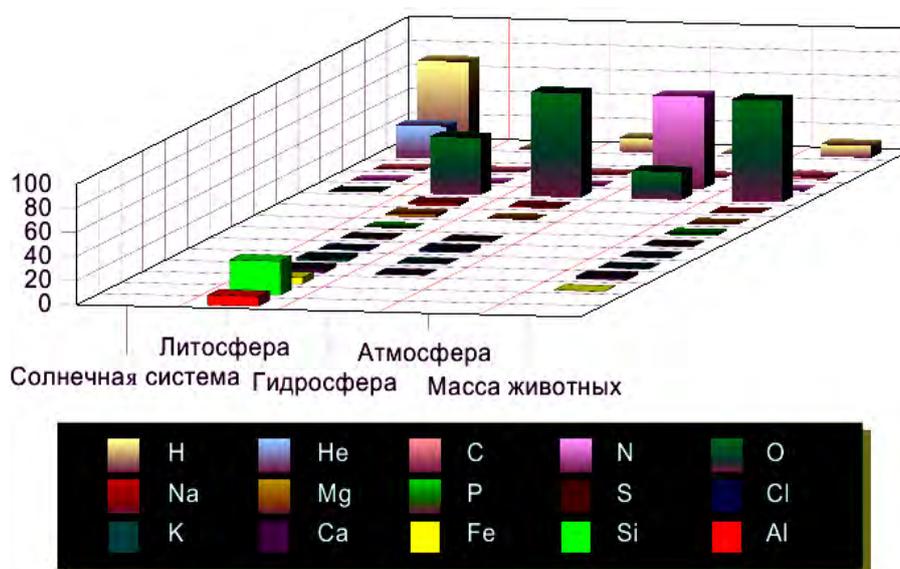


Рисунок 8 – Содержание химических элементов в различных средах (весовые проценты)

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





Александр Павлович
 Виноградов (1895-1975)
 Рисунок 9 – Кларки 20 основных элементов (земная кора)

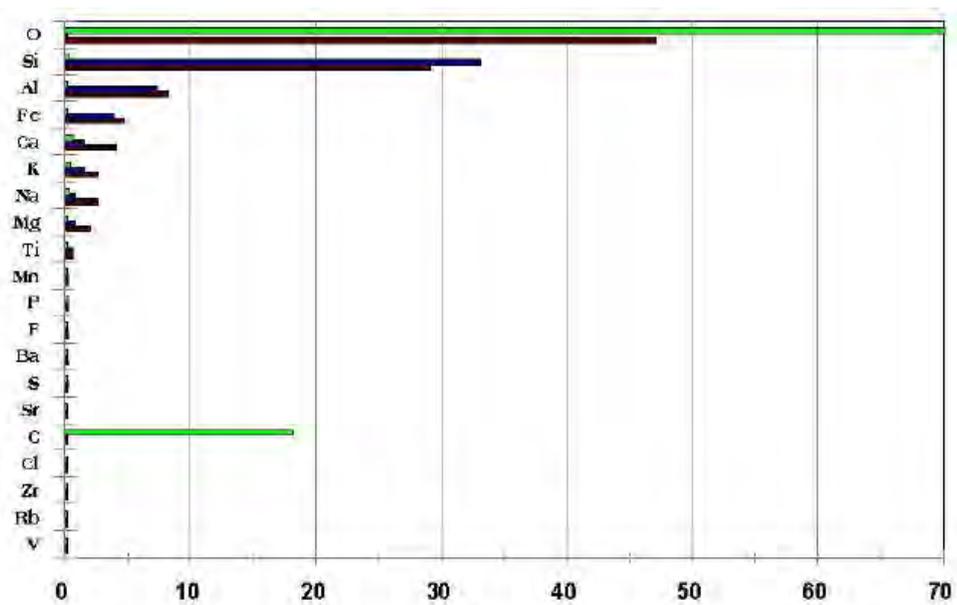


Рисунок 10 – Кларки 20 основных элементов
 (земная кора, почвы и живое вещество)

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.*

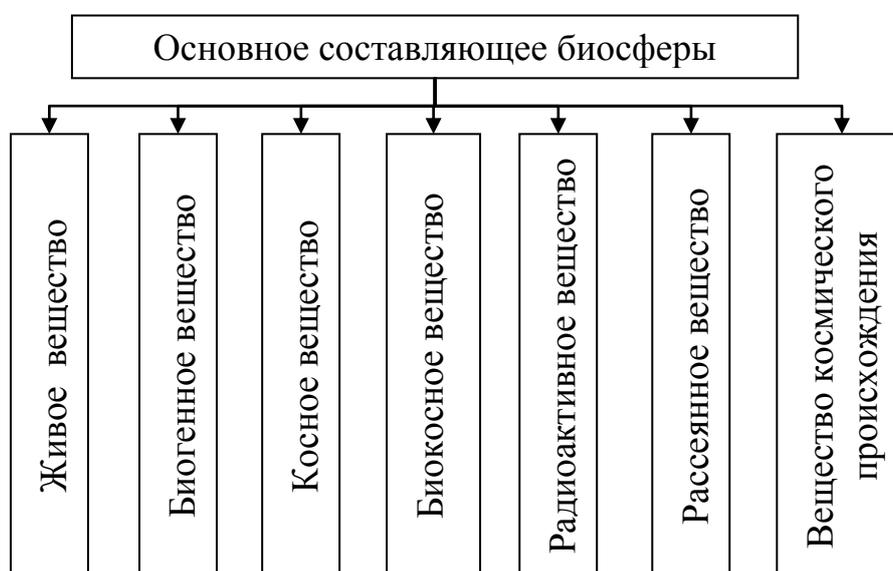


Рисунок 12 – Основные составляющие биосферы

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 приспосабливается, 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 выродившимися 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 С₄ 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 СО₂ происходит в строме.

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.

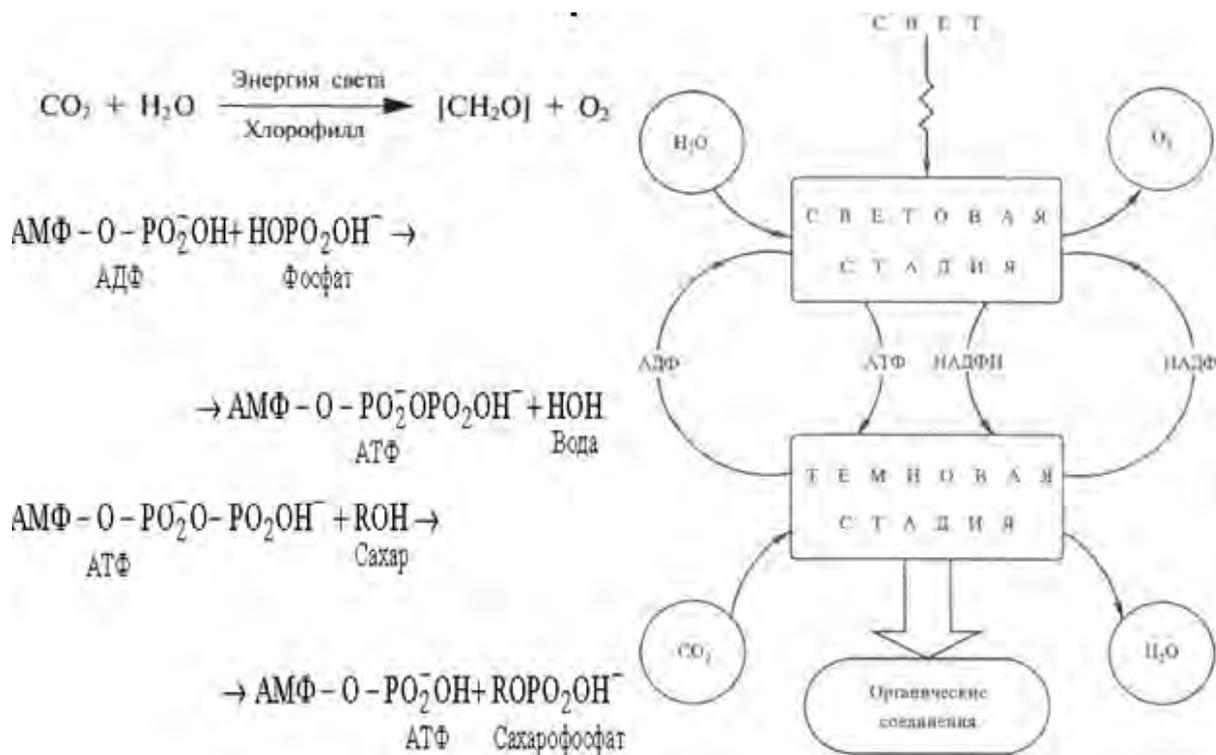


Рисунок 14 – Химизм фотосинтеза

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. км²) по приблизительным подсчётам 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. км²)



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_2 составляет около 100 млрд. т.

Увеличивающееся с каждым годом промышленное потребление O_2 достигает почти 5% от его биологической продукции. Ежегодный дефицит кислорода составляет почти 10 млрд. т. Одновременно регистрируется прирост CO_2 , ежегодно составляющий до 1,5% от содержания его в атмосфере. Однако некоторые исследователи считают, что при повышении CO_2 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_2 в атмосфере; предохранение поверхности Земли от парникового эффекта; образование озонового экрана в верхних слоях атмосферы.

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ В БИОСФЕРЕ

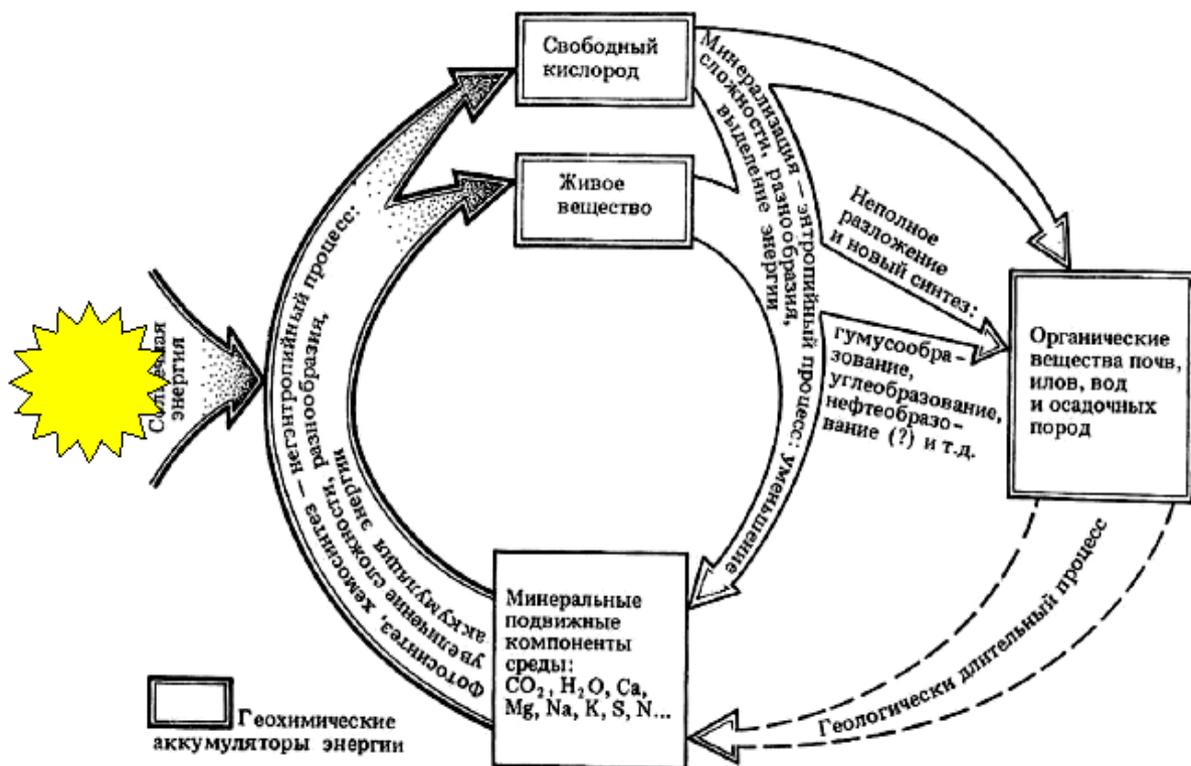


Рисунок 15 – Биологический (биотический) кругооборот: процессы аккумуляции и минерализации

В биогеохимических круговоротах следует различать две части:



1) резервный фонд — это часть вещества, не связанная с живым 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.).

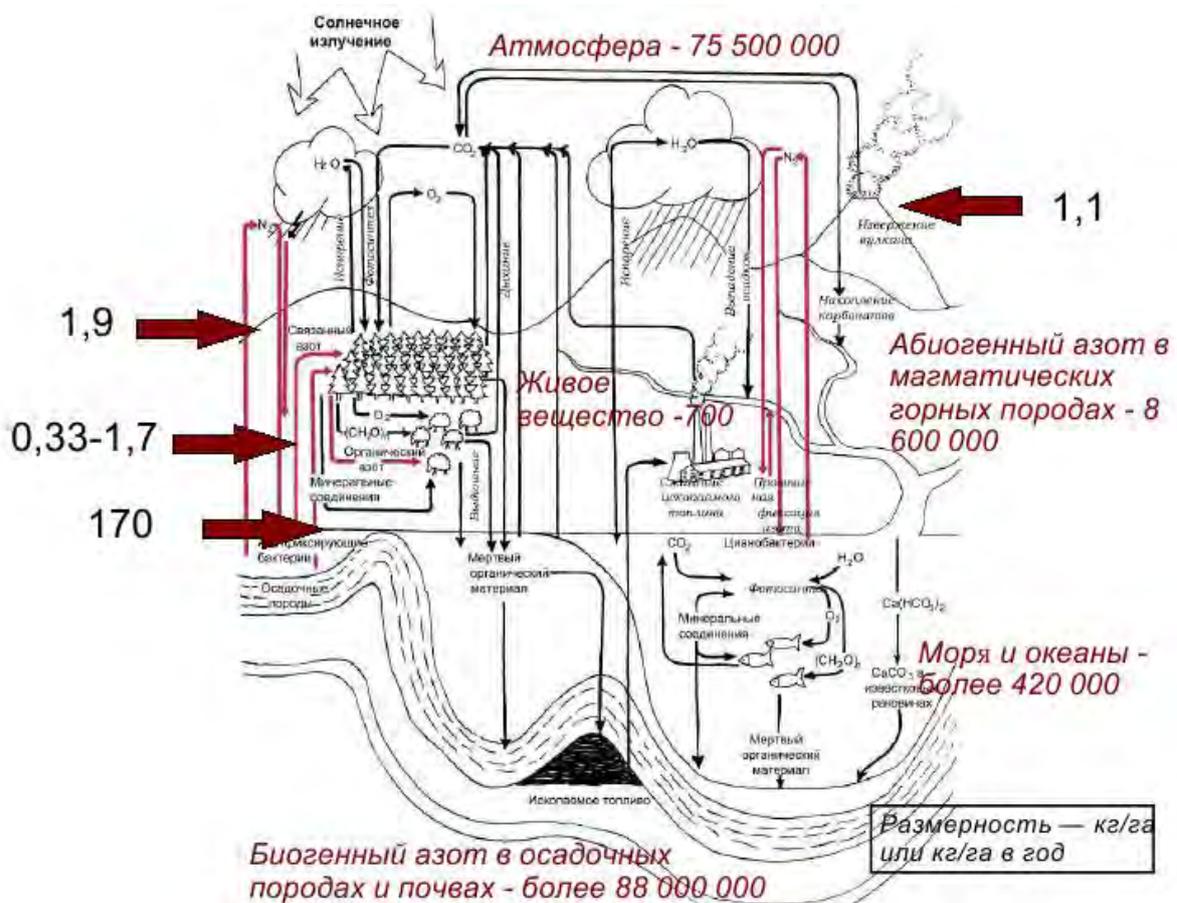


Рисунок 16 – Круговорот азота

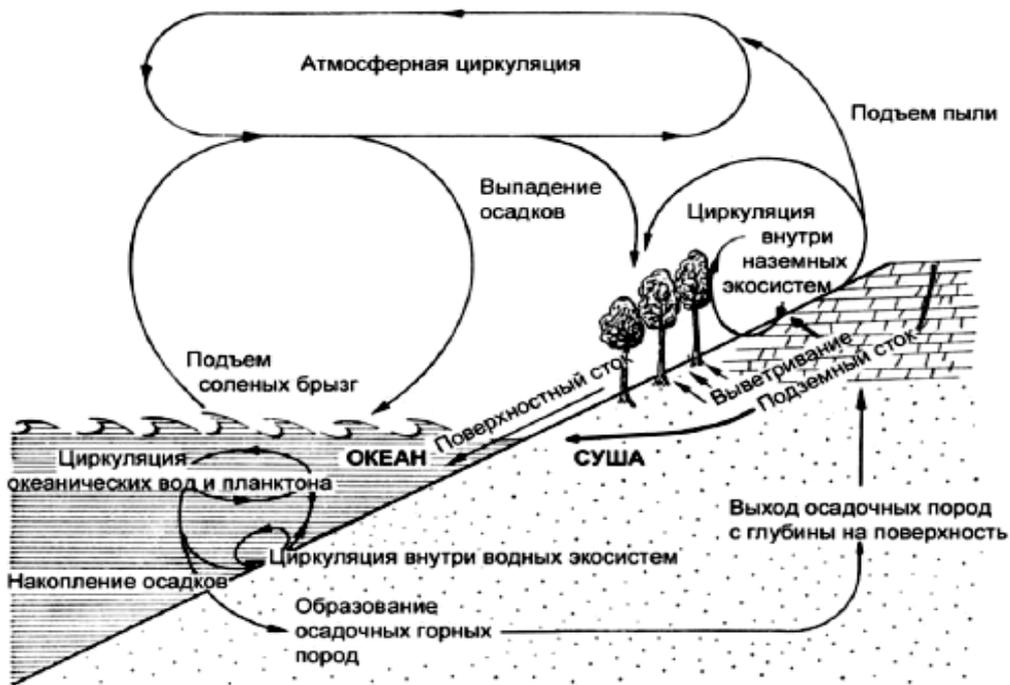


Рисунок 17 – Общий круговорот водных мигрантов

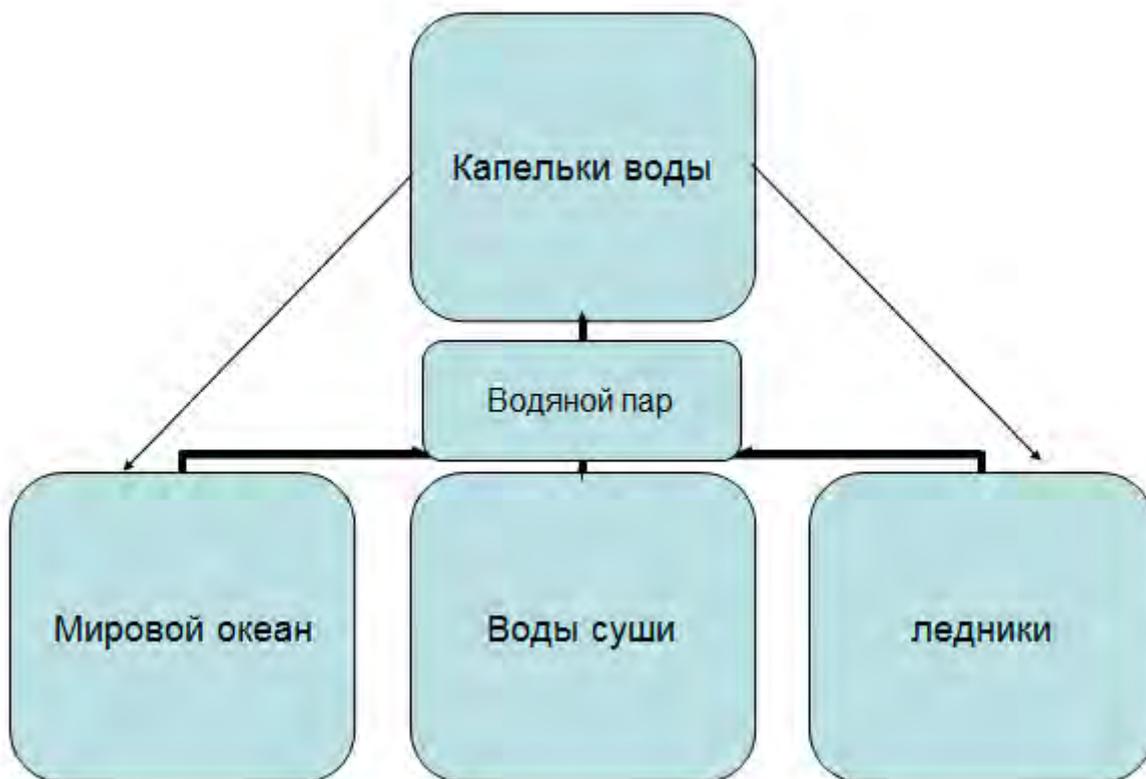


Рисунок 18 – Круговорот воды



Рисунок 19 – Круговорот кислорода

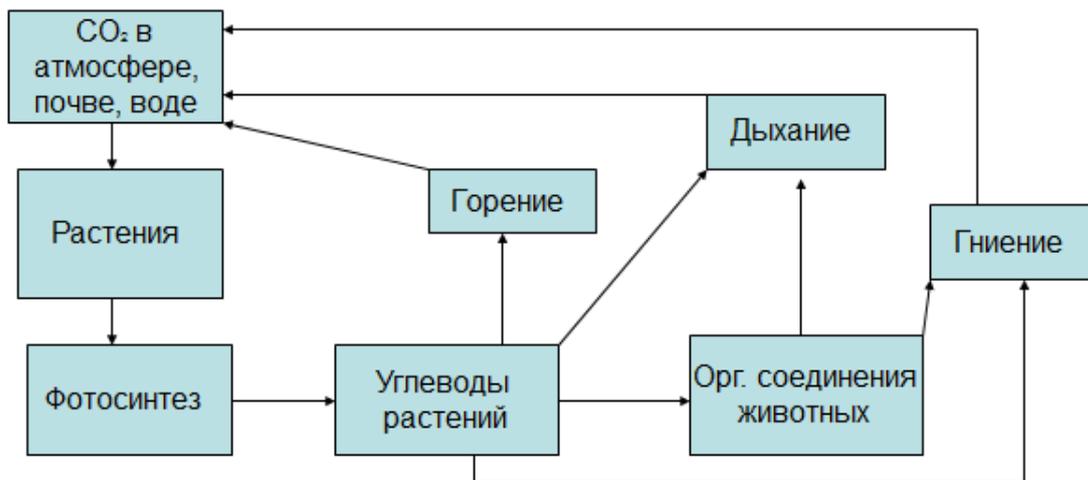


Рисунок 20 – Круговорот углерода

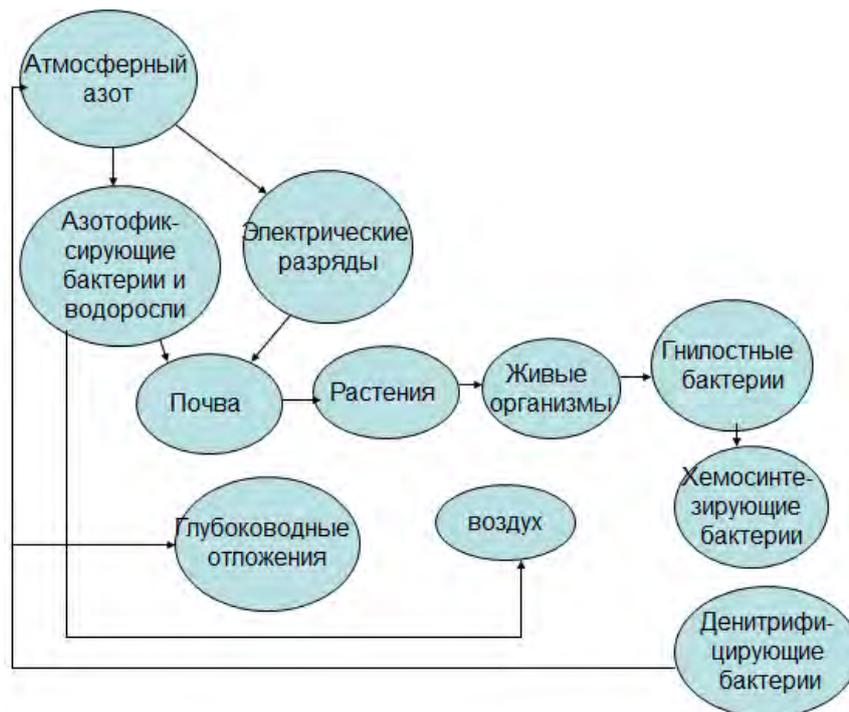


Рисунок 21 – Круговорот азота

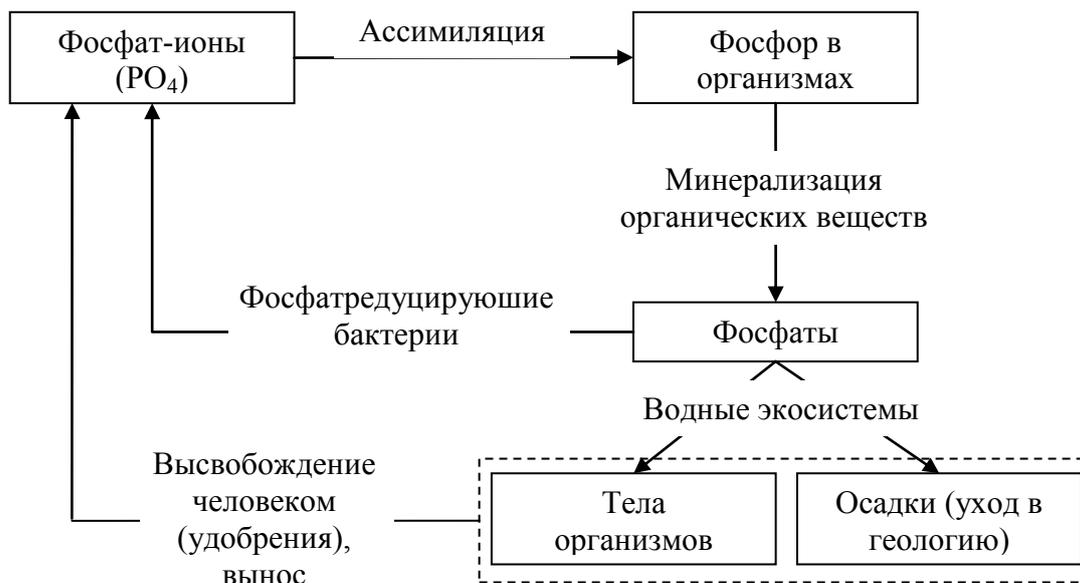


Рисунок 22 – Круговорот фосфора

НООСФЕРА

Термин «ноосфера» ввел философ Теяр 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.



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.



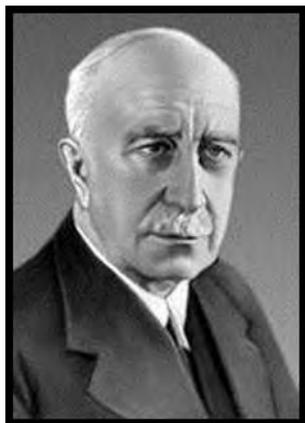
Артур Джордж Тенсли

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 (мкробоценоз). Надорганизменный уровень организации жизни. Можно наблюдать биоценоз моховой кочки, разрушающегося пня, луга, болота, леса и т.д.



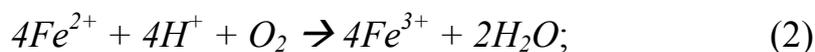
В.Н.Сукачев

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 Беруашвили* — 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.

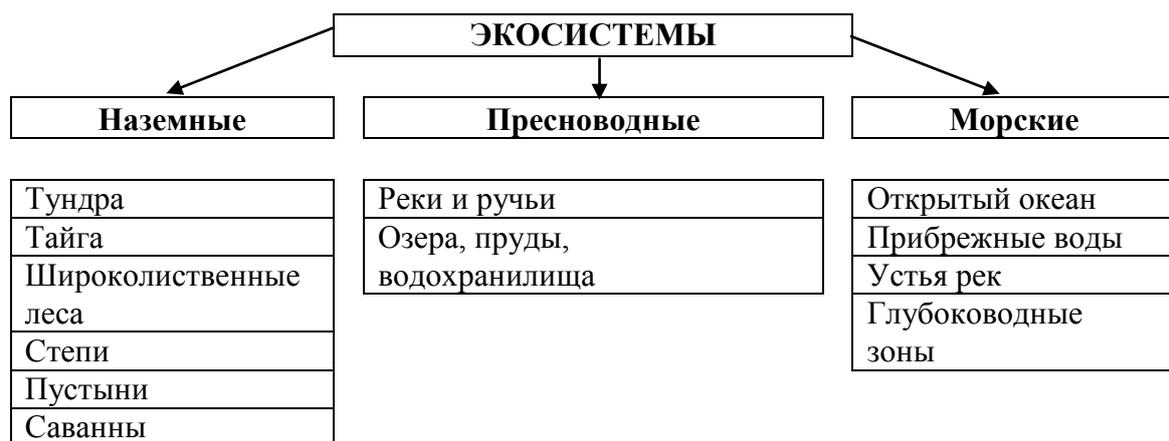


Рисунок 1 – Основные типы природных экосистем

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 созидают, 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 перекрывания 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.

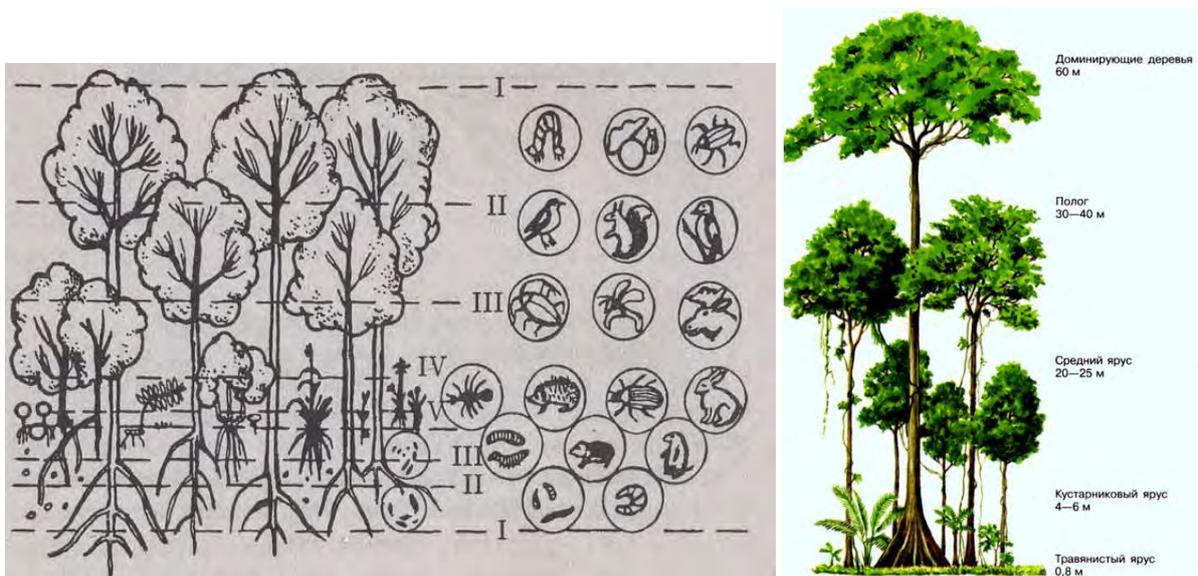


Рисунок 2 – Ярусы лесного биогеоценоза (по И.Н. Пономаревой, 1978)

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

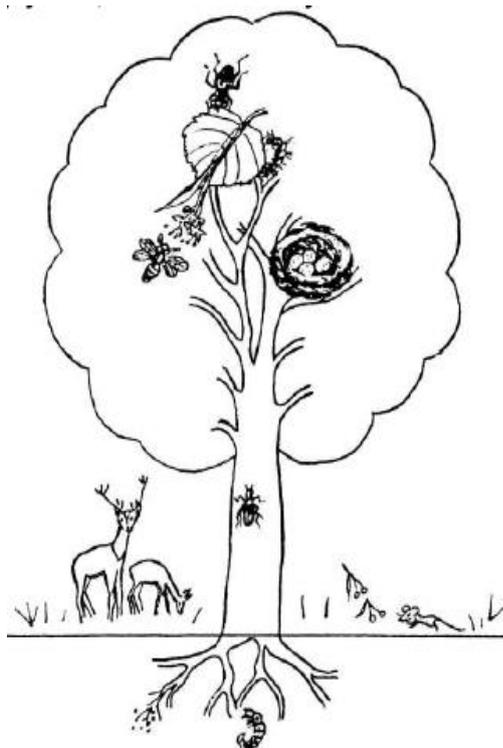


Рисунок 3 – Пространственная структура экосистемы
(функциональные узлы и мозаичность)

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.

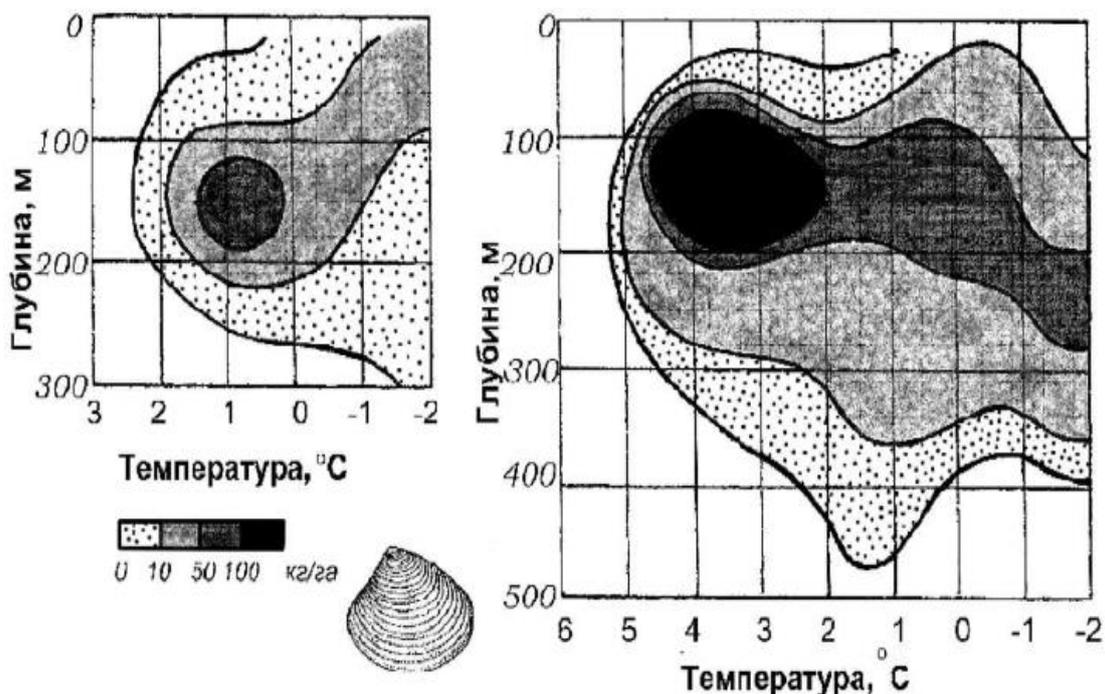


Рисунок 4 - Двумерное изображение экологических ниш двух близких видов двустворчатых моллюсков

3) Основные составляющие биологической продукции экосистем.

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

Необходимые компоненты экосистемы представлены на рисунке 8.

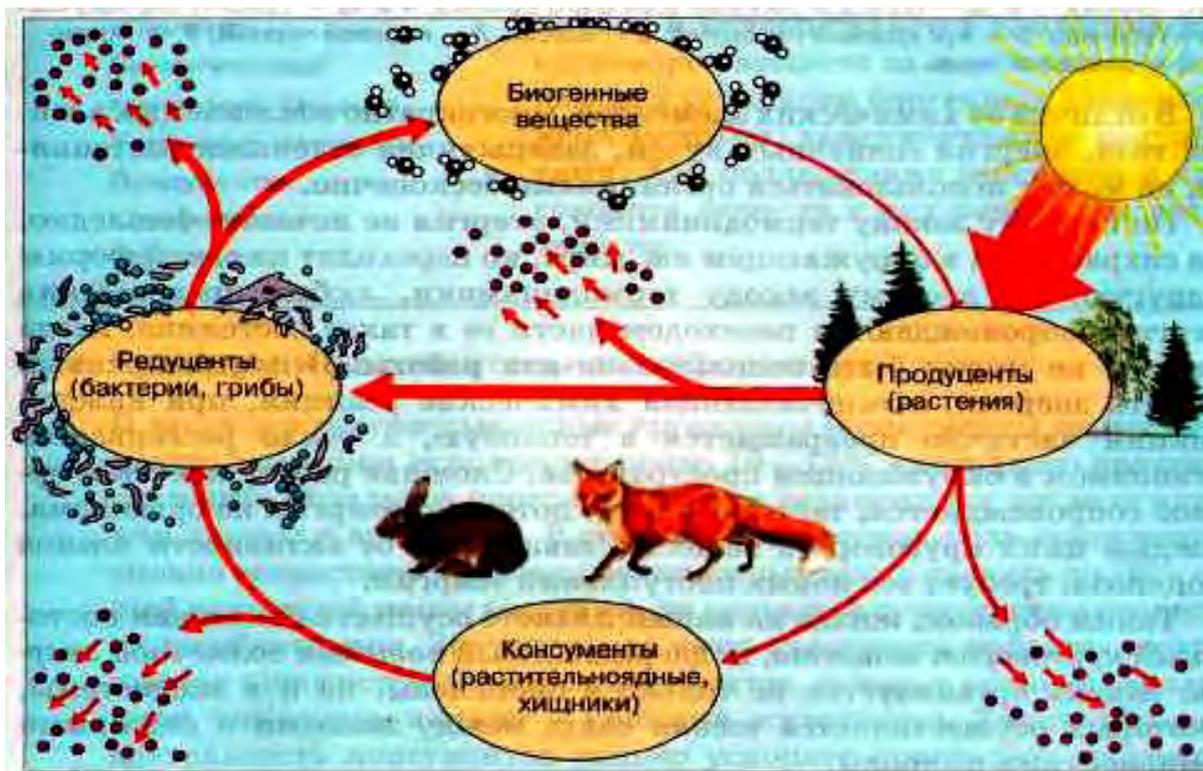


Рисунок 5 – Необходимые компоненты экосистемы

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.



Продуценты	Потребители-консументы		Разрушители органических веществ
	Потребители 1-го порядка	Потребители 2-го порядка	Восстановители минеральных веществ — редуценты
<p>Рябина</p>  <p>Еловая шишка</p>  <p>Василек</p>  <p>Гусиный лук</p> 	<p>Мышь</p>  <p>Белка</p>  <p>Лось</p> 	<p>Лиса</p>  <p>Хорь черный</p>  <p>Потребители 3-го порядка (питаются падалью)</p> <p>Ворон</p> 	<p>Бактерии</p>  <p>Грибы</p> 

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



Сообщества микроорганизмов чёрных курильщиков являются хемотрофами и являются основными продуцентами на дне океанов

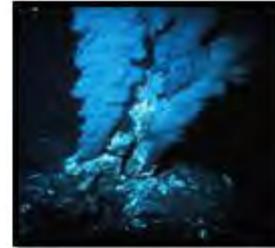


Рисунок 8 – Продуценты

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



Консумент 1-го
порядка



Консумент 2-го
порядка



Консумент 3-го
порядка

Рисунок 9 – Консументы

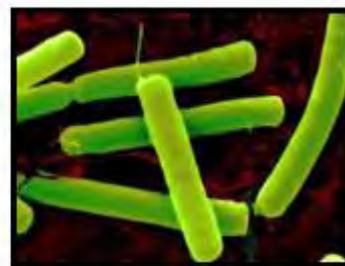
Редуценты — микроорганизмы (бактерии и грибы), разрушающие отмершие остатки живых существ, превращающие их в неорганические соединения и простейшие органические соединения (рисунок 10).



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, поедающие 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.

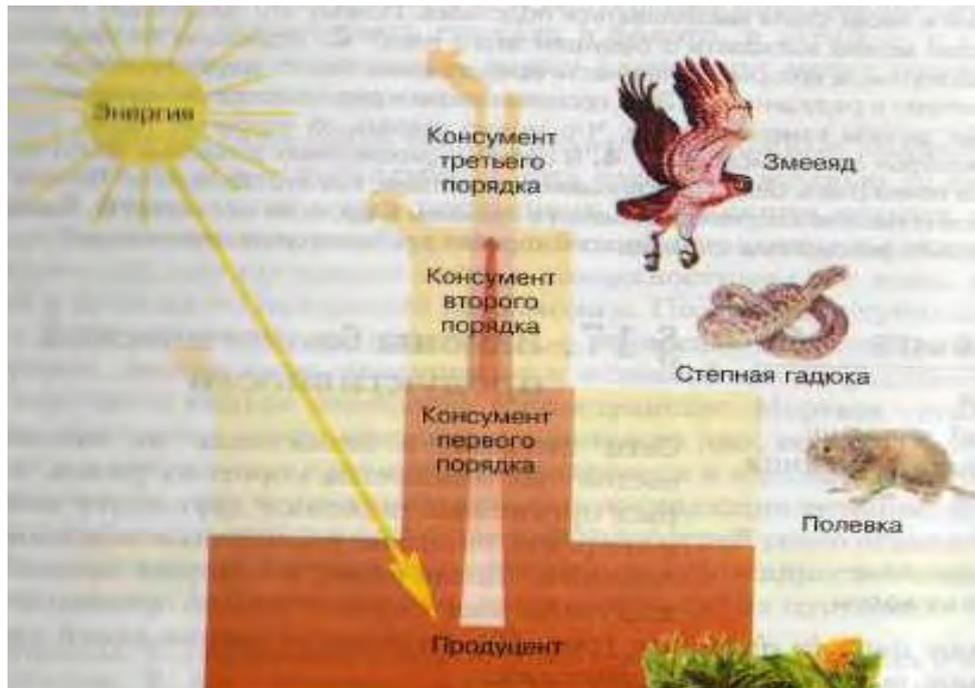


Рисунок 11 – Пирамида продукции и поток энергии в экосистемах

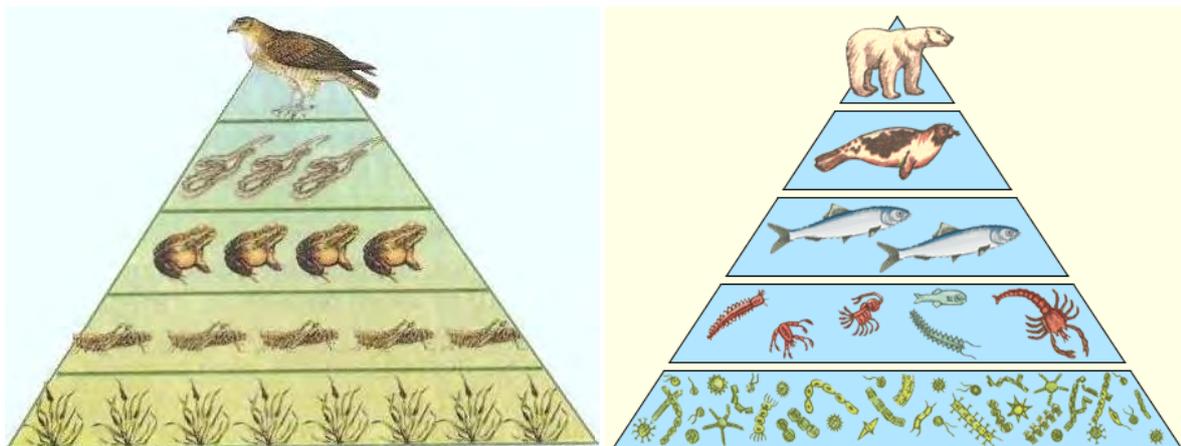


Рисунок 12 – Экологические пирамиды

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.

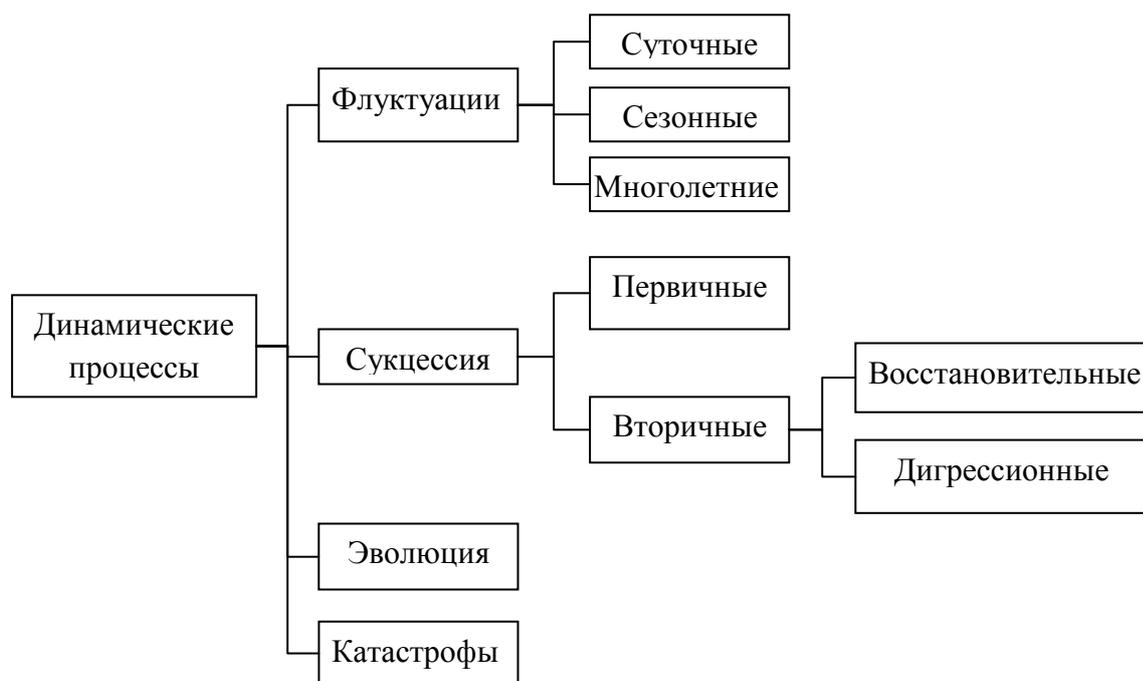


Рисунок 13 – Динамика экосистемы

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.



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 - козодой, 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 – **квартирантство**. 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.

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.

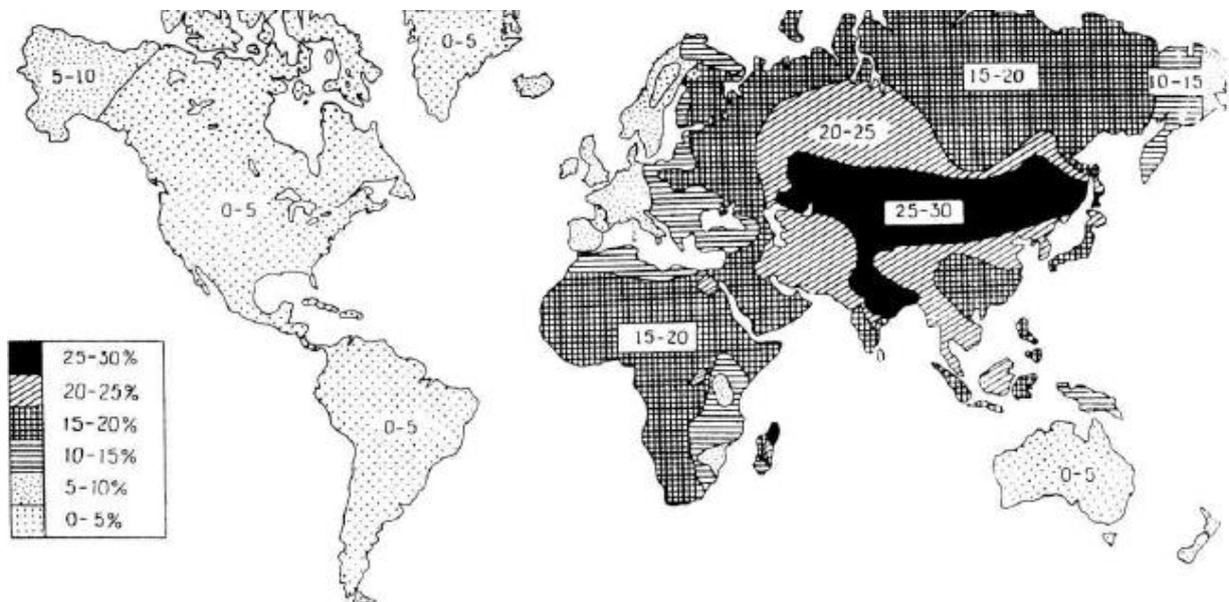


Рисунок 1 – Фенотипическая и генотипическая структура популяций
Распределение в популяциях человека частот аллеля I^b, определяющего группы III (B) и IV (AB) группы крови.

Пространственная структура – характер распределения особей популяции на занимаемой территории:

- случайное распределение;

- равномерное распределение;
- групповое распределение.

Распределение особей в пространстве приведено на рисунках 2-3.

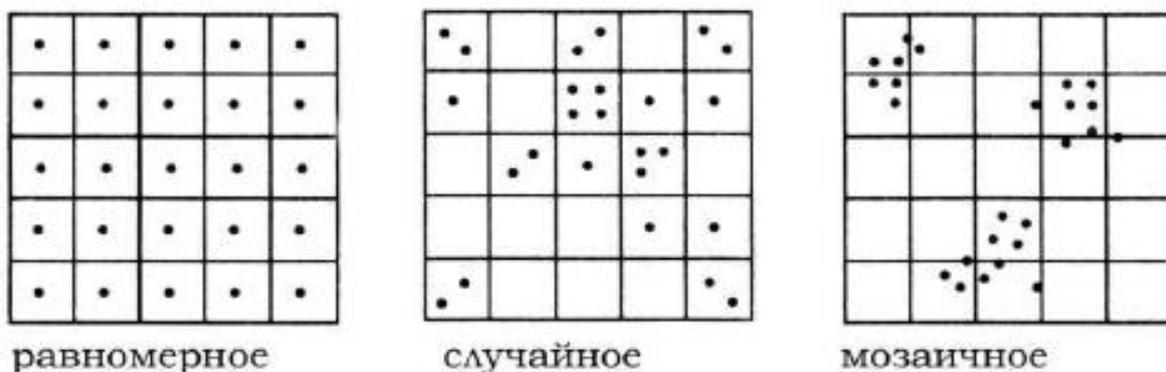


Рисунок 2 – Виды распределения особей в пространстве и времени

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.

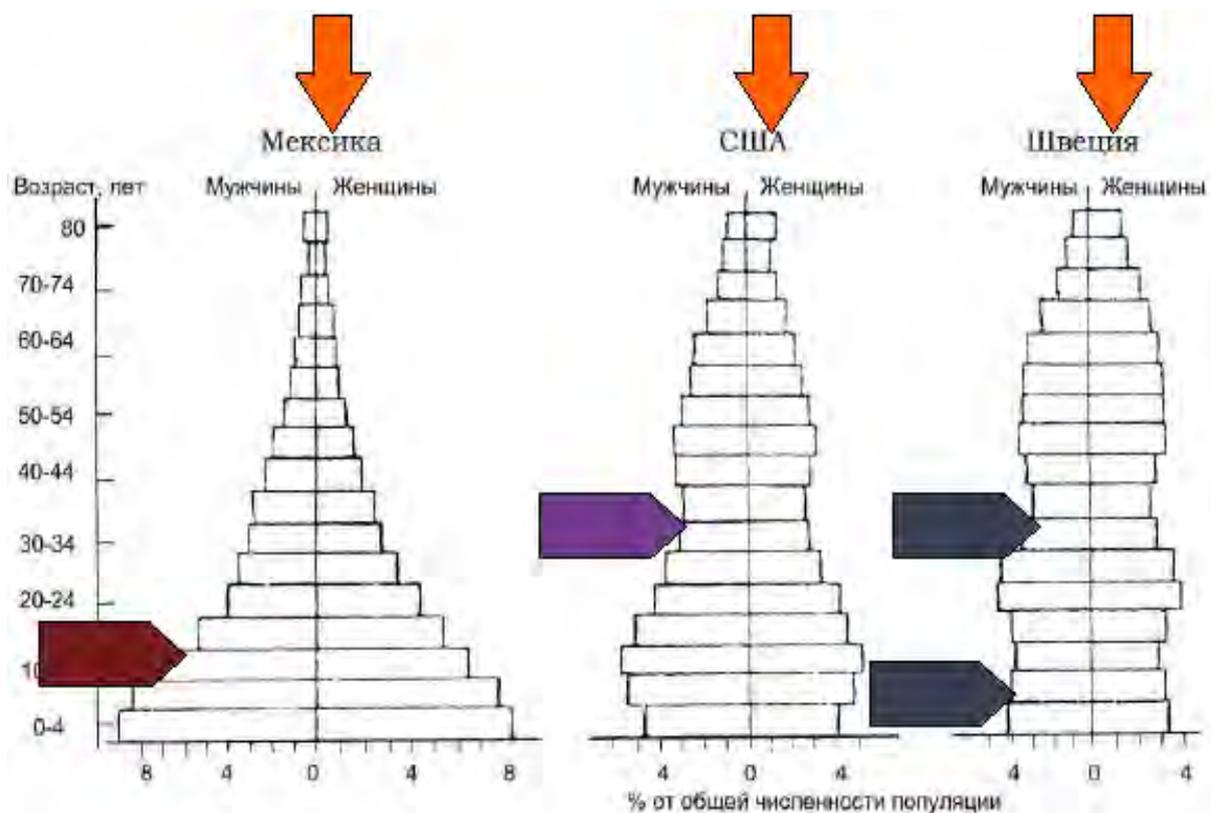


Рисунок 4 – Поло-возрастная структура популяции

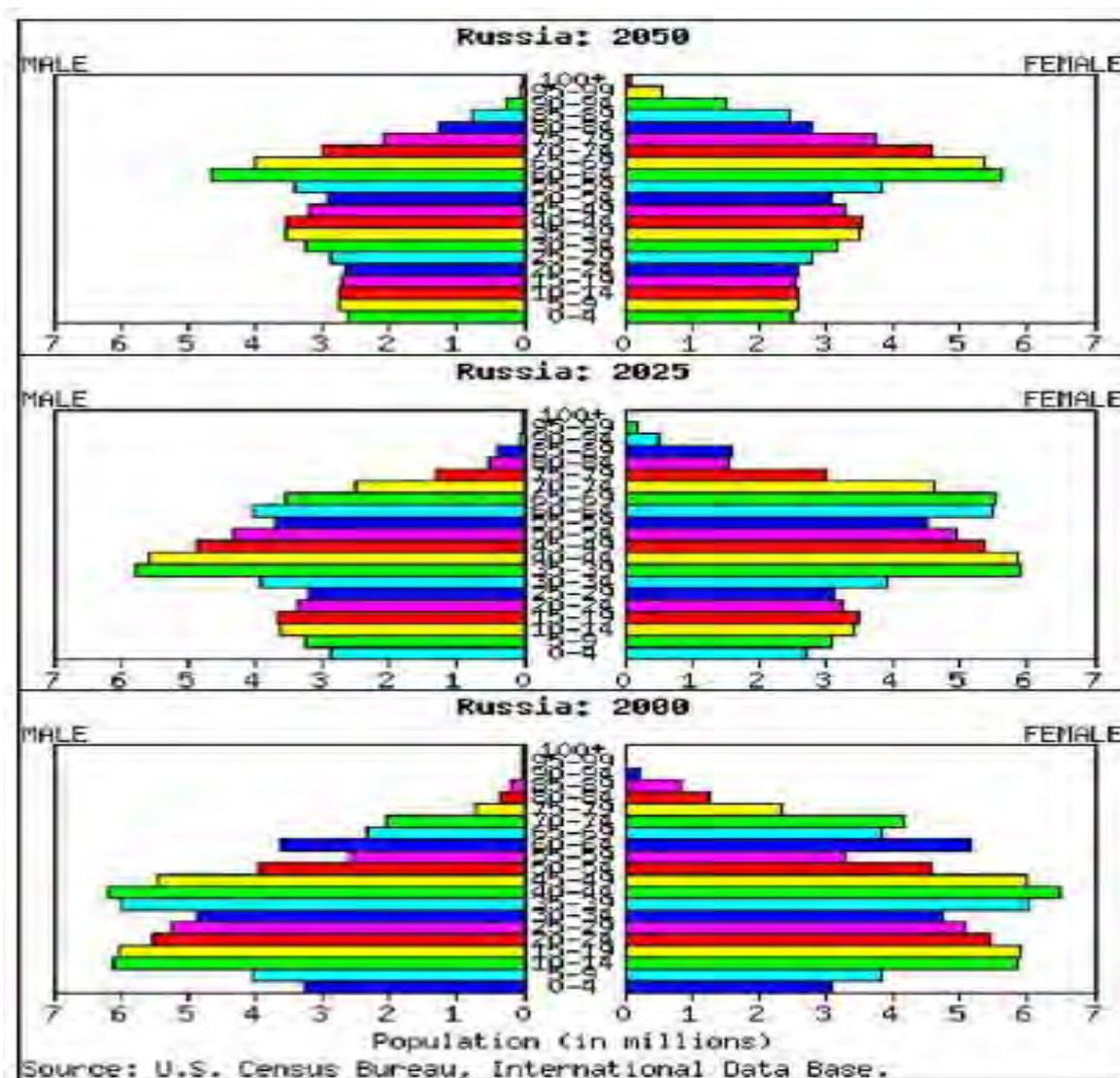


Рисунок 5 – Поло-возрастная структура популяции

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 *K*- и *r*-стратегов (таблица 1).

Таблица 1 – Жизненные стратегии

Признак	<i>r</i> -стратег	<i>K</i> -стратег
Численность популяции	Очень изменчива, может быть больше <i>K</i>	Обычно близка к <i>K</i>
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):

$$N_t = N_0 e^{rt}, \tag{1}$$

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.

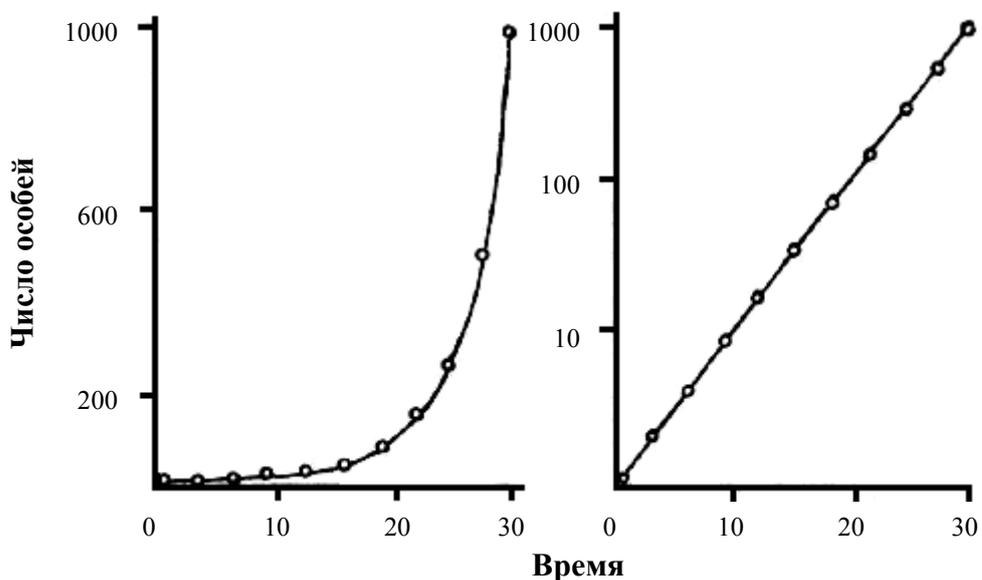


Рисунок 7 – Экспоненциальный рост

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 нулевом 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 некоторые относительно простых организмов (грибковые дрожжи, отдельные вид и микроскопических водорослей, бактерии), однако при некоторых условия 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 па 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.

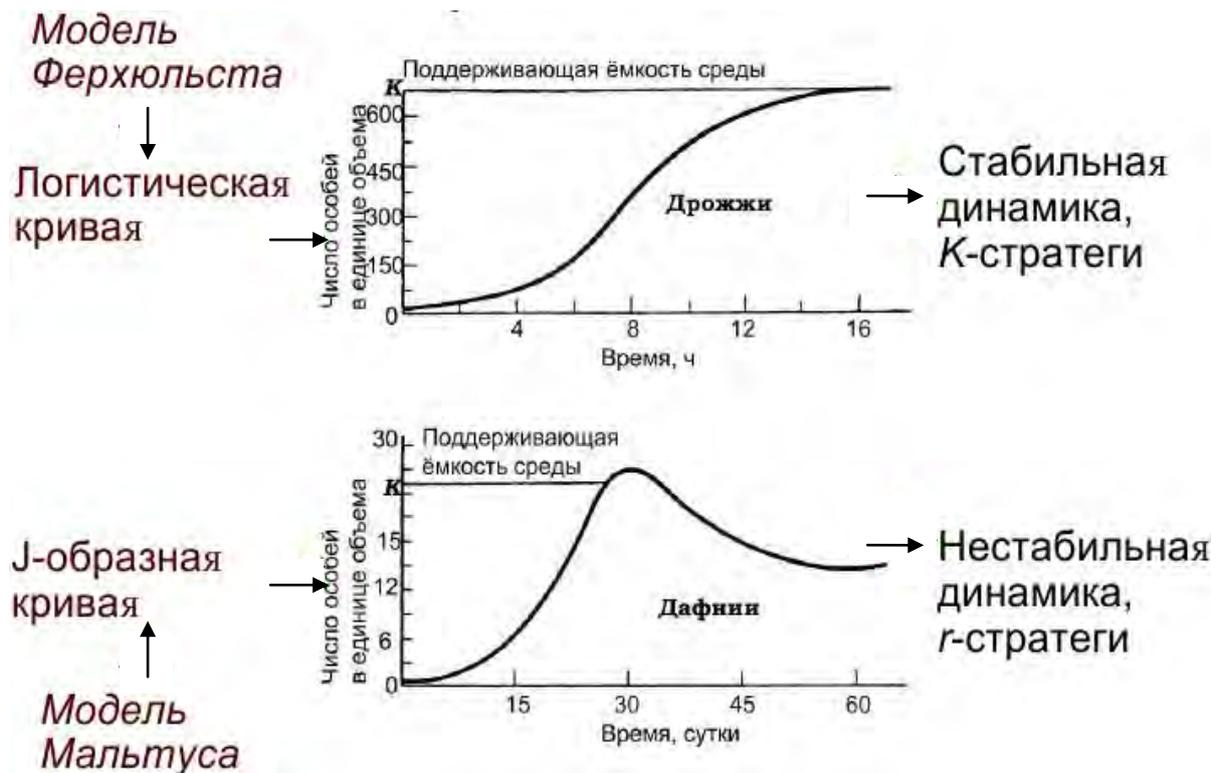


Рисунок 8 – Популяционная динамика

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.

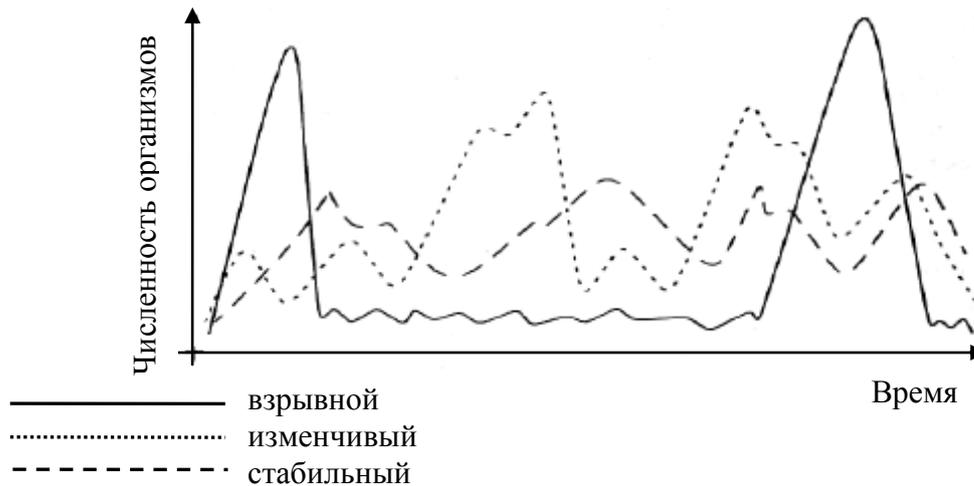


Рисунок 9 – Типы популяционной динамики

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 антропогенные, 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.



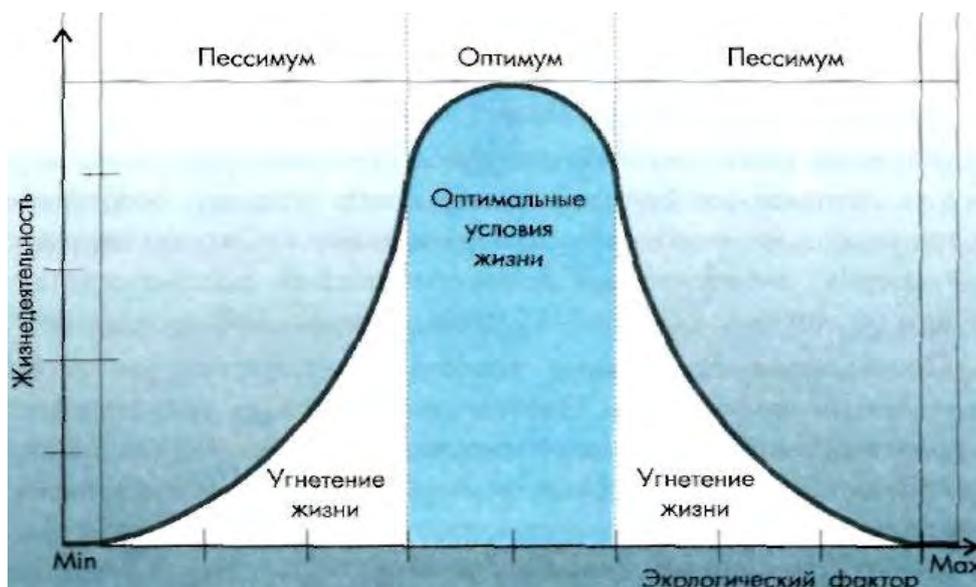


Рисунок 10 – Зависимость выносливости вида от интенсивности экологического фактора

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».



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.

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.

В 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.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по областям Беларуси представлены на рисунке 1.

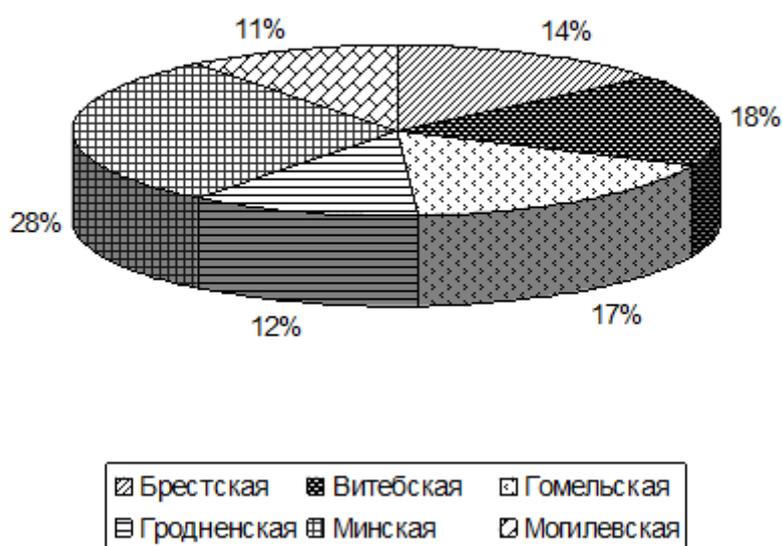


Рисунок 1 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по областям Беларуси

Состав выбросов в атмосферу Беларуси изображен на рисунке 2.

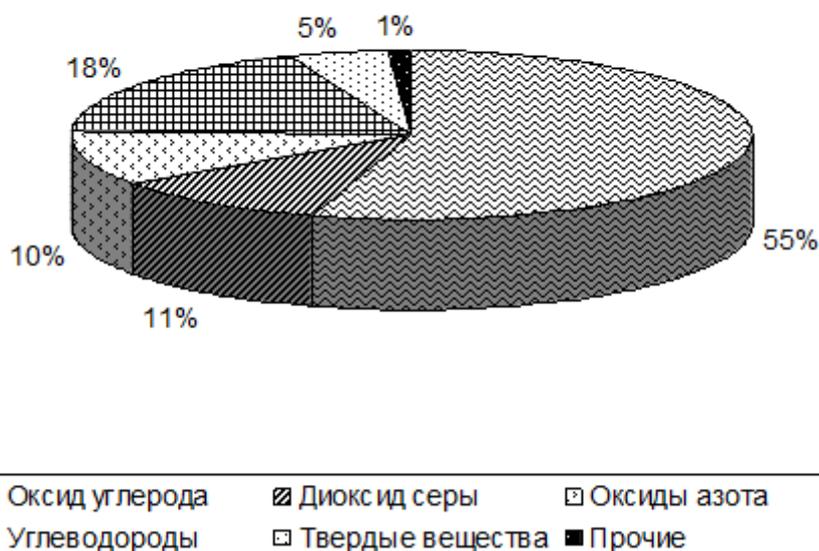


Рисунок 2 – Состав выбросов в атмосферу Беларуси

ИЗА – индекс загрязнения атмосферы, который учитывает не только объемы выбросов ЗВ, но и их класс опасности.

Для города характерно загрязнение не столько основными, сколько специфическими примесями. Специфическими загрязнителями являются выбросы ЗИВа – сероуглерод и сероводород ($C_r = 0,7$ ПДК), продукты сгорания топлива – бенз(а)пирен ($C_r = 0,8$ ПДК). Наиболее загрязнен воздух на ул. Мовчанского, ул. Островского. Повышенный уровень загрязнения наблюдается на юго-западе города (ул. Челюскинцев), в районе ж/д вокзала и в центре.

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.

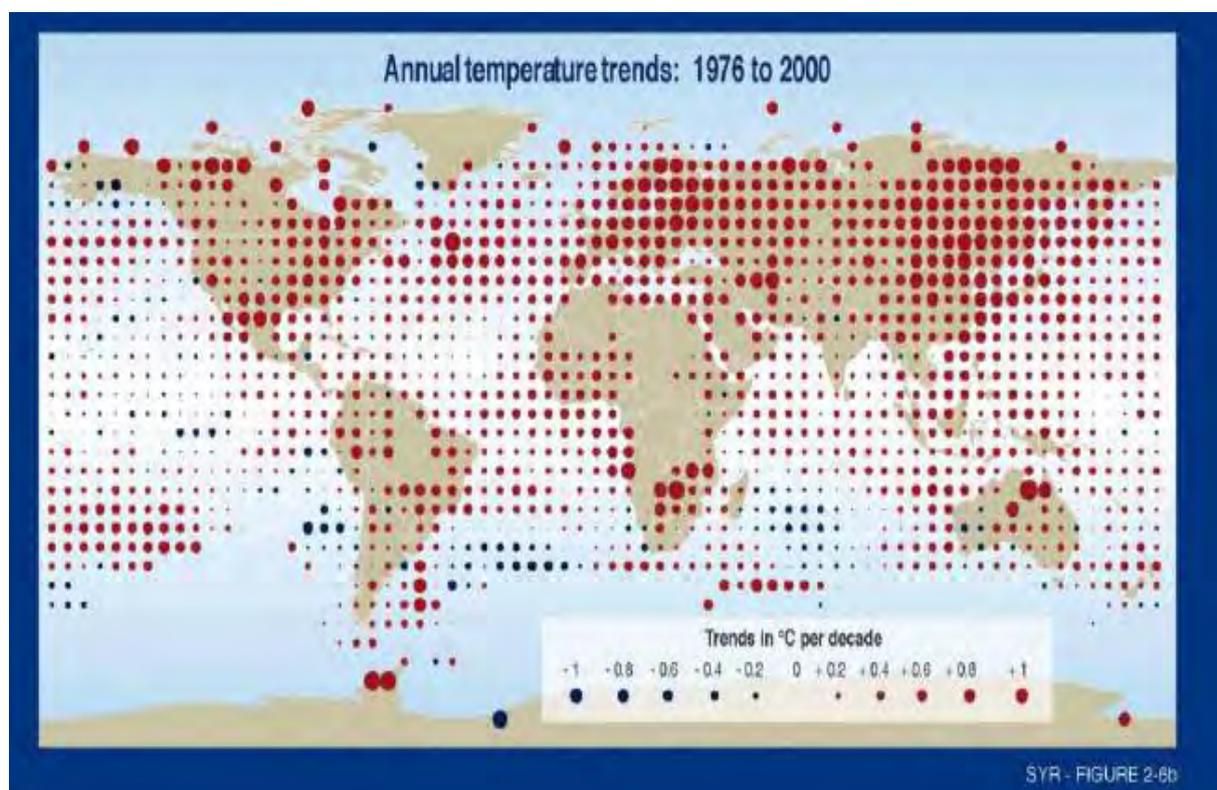


Рисунок 3 – Изменение климата

На рисунке 4 приведены данные по изменению температуры планеты..

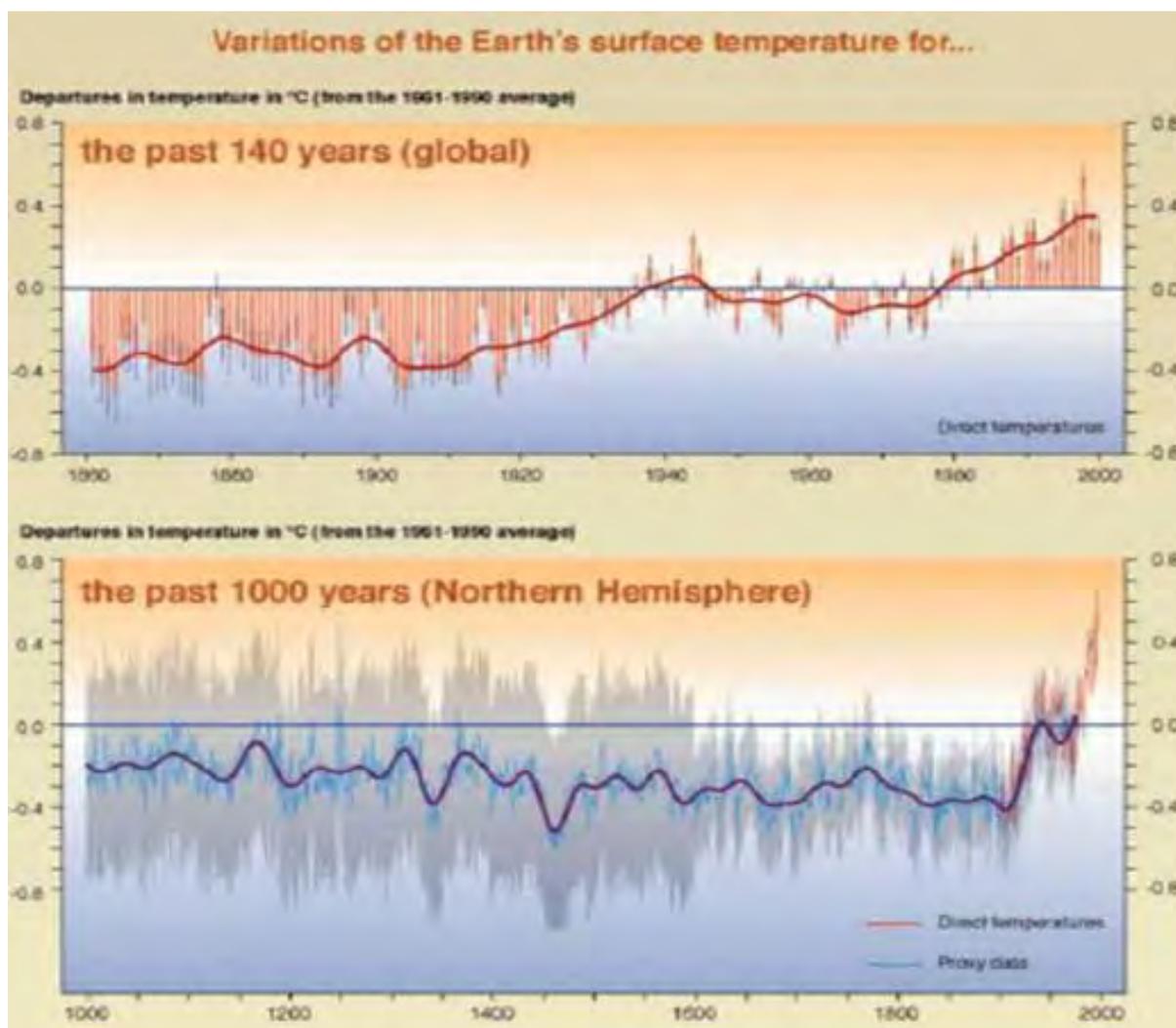


Рисунок 4 – Изменение температуры поверхности Земли

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

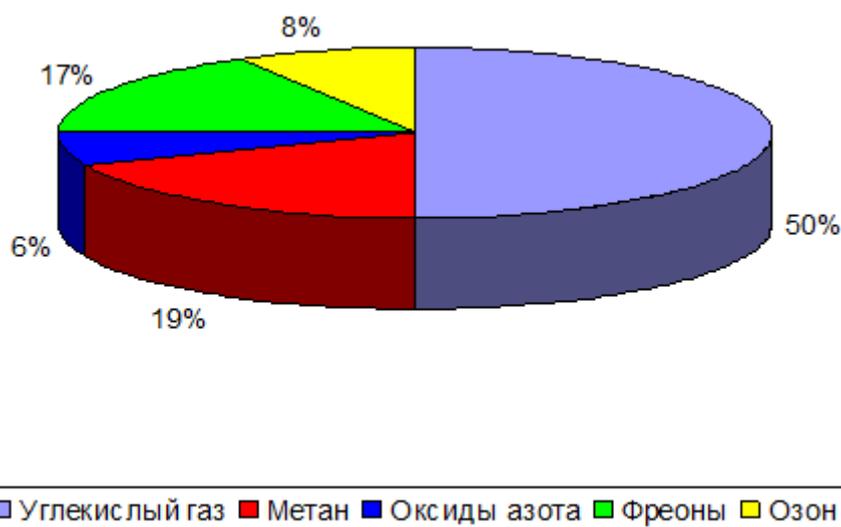


Рисунок 5 – Участие газов в парниковом эффекте (без водяного пара)

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.

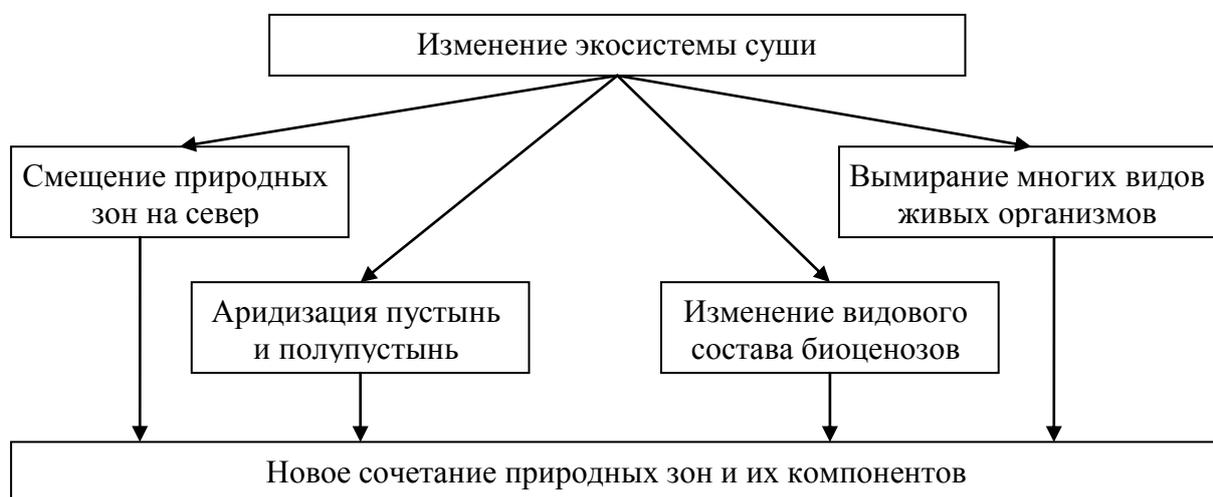


Рисунок 7 – Изменение экосистем суши в результате усиления парникового эффекта

Последствия деградации ледникового покрова Земли представлены на рисунке 8.

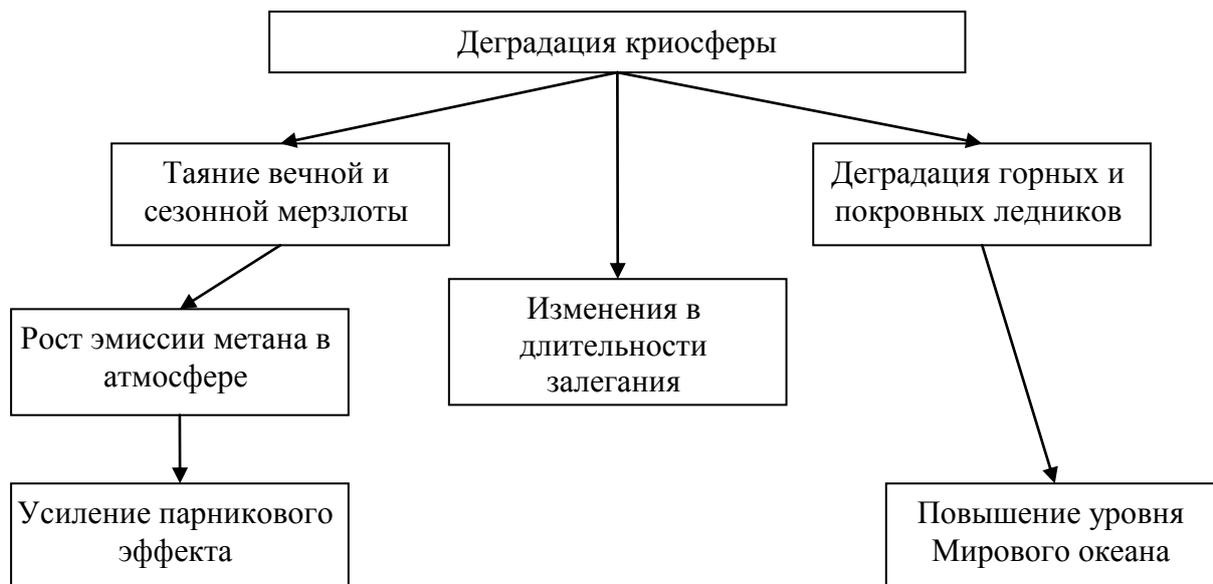


Рисунок 8 – Последствия деградации ледникового покрова Земли

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

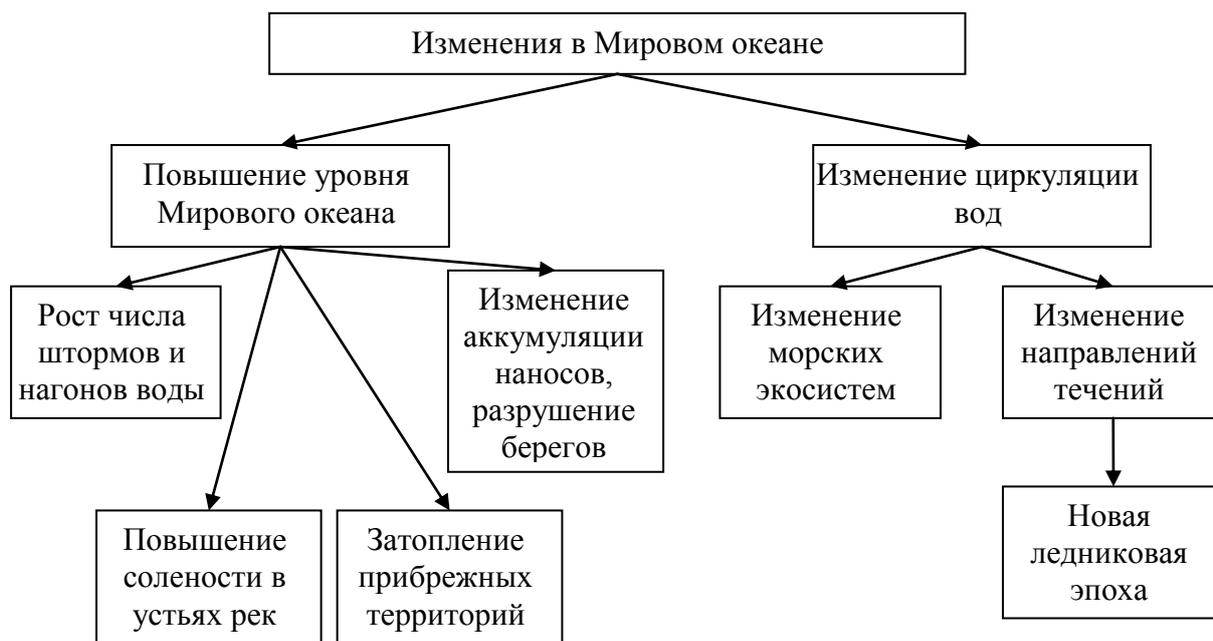


Рисунок 9 – Последствия усиления парникового эффекта для Мирового океана

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

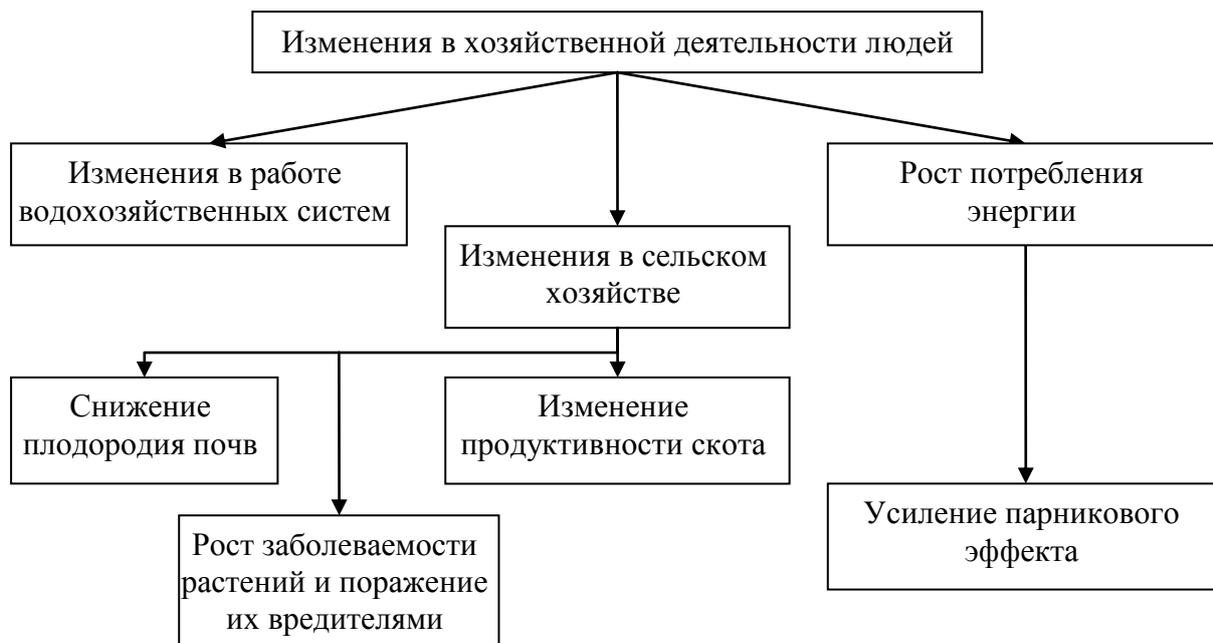


Рисунок 10 – Влияние усиления парникового эффекта на хозяйственную деятельность людей

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.

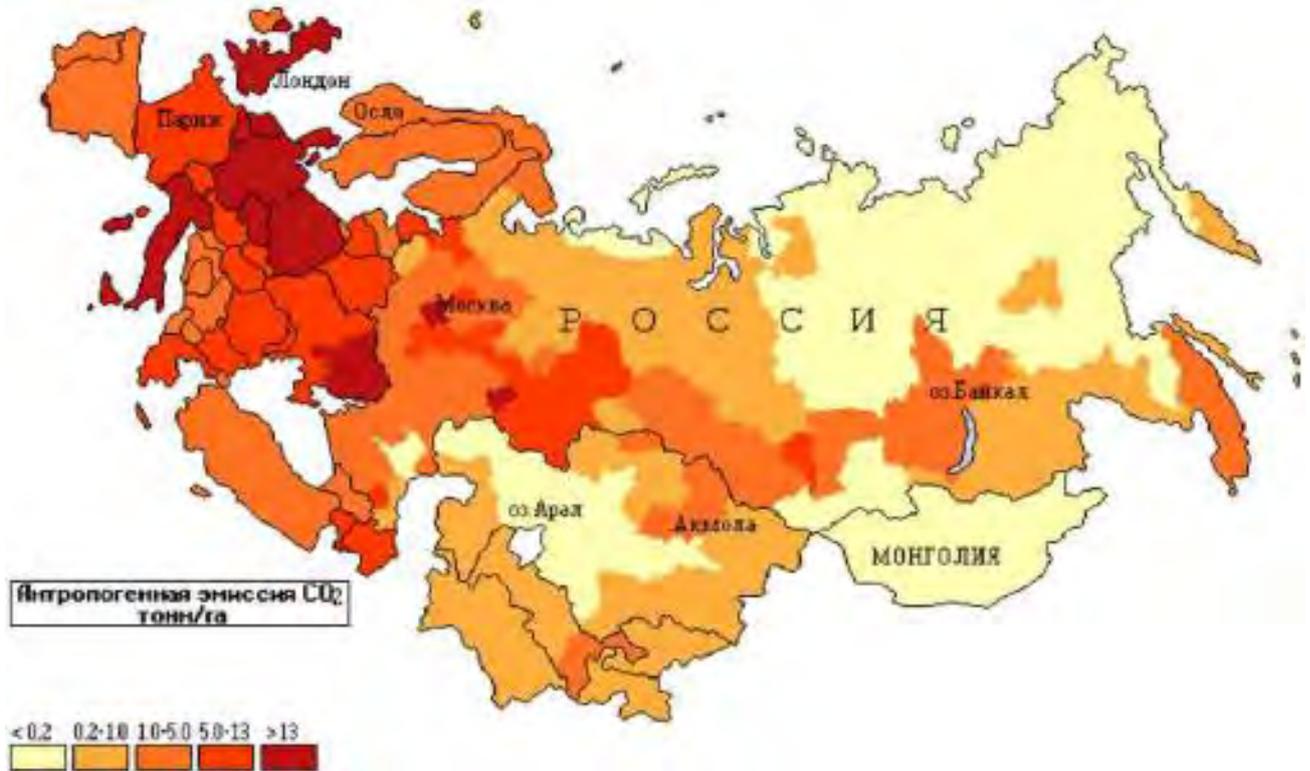


Рисунок 12 – Антропогенная эмиссия углекислого газа



Рисунок 13 – Депонирование углекислого газа

Проблема сохранения озонового слоя

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

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.

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.

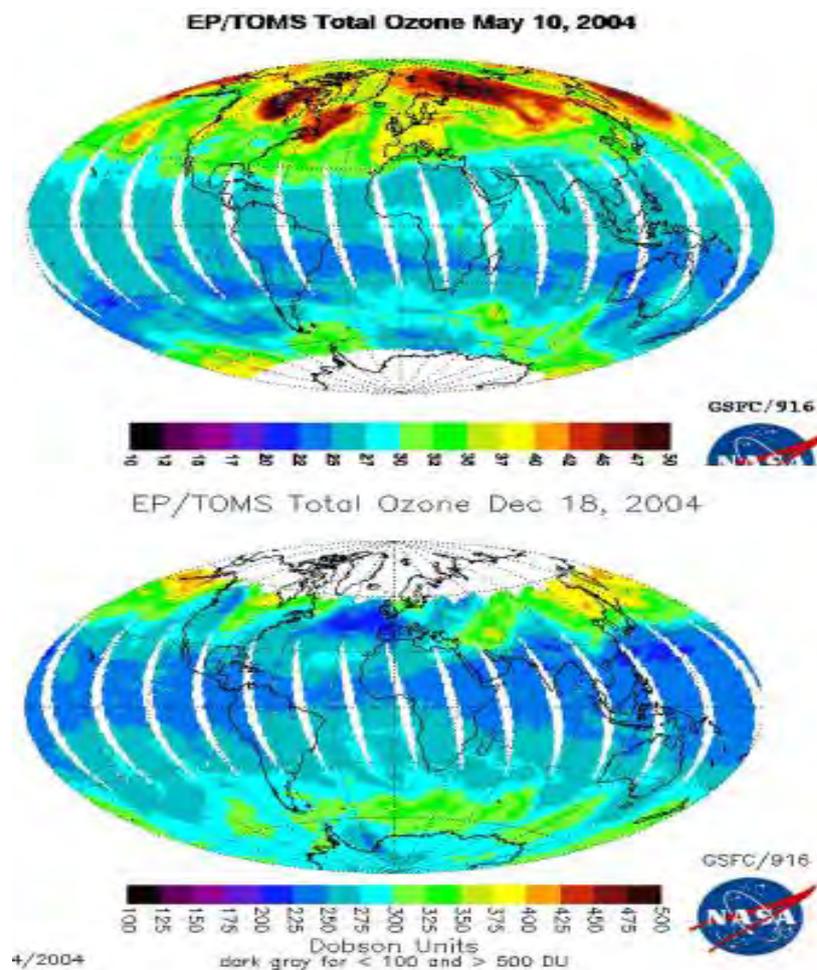


Рисунок 14 – Сравнение состояний озонового слоя на 10 мая и 18 декабря 2004 г.

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.

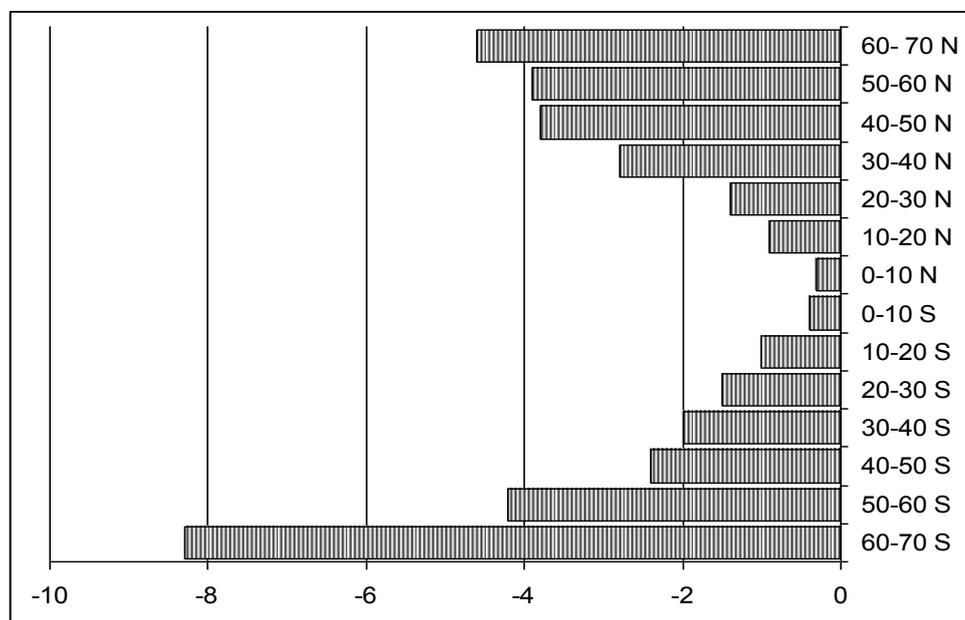


Рисунок 15 – Тренд содержания озона

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 озонразрушающих 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.

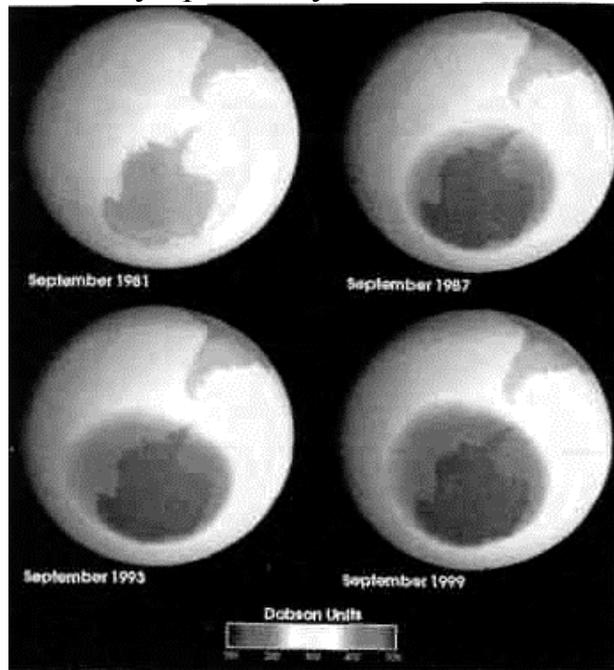


Рисунок 16 – Изменение величины озоновых дыр с сентября 1981 по сентябрь 1999

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, - рН которых меньше 4. Дождевая вода в чистом виде имеет слабокислую реакцию (рН=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.

Трансграничный перенос загрязнений – перемещение кислотообразующих газов на огромные расстояния в атмосфере. Источники кислотных осадков в Беларуси представлены на рисунке 17.

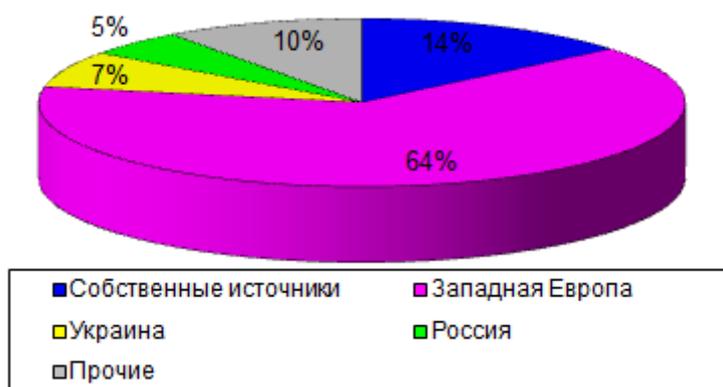


Рисунок 17 – Источники кислотных осадков в Беларуси

Кислотные осадки наносят ущерб экосистемам и человеку (рисунок 18).

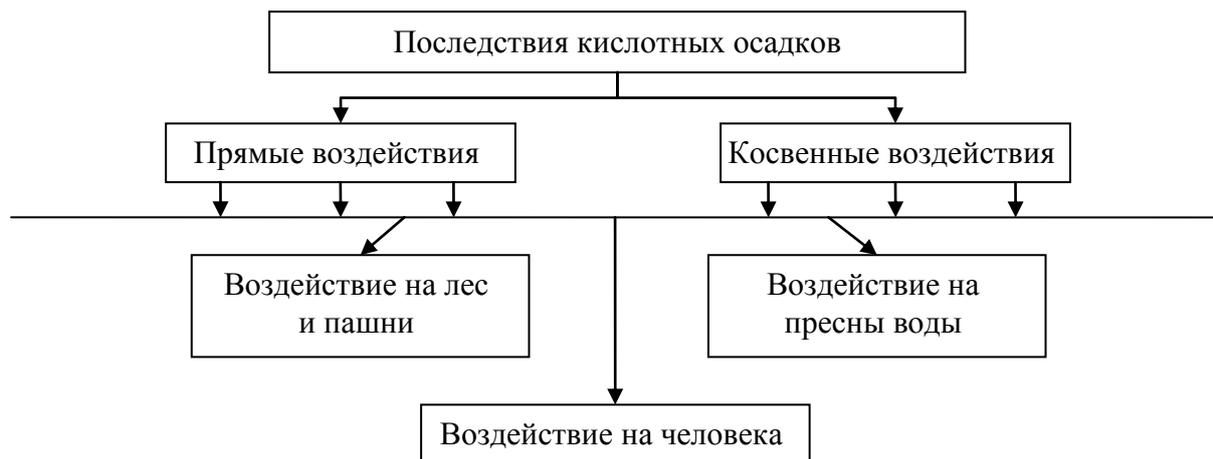


Рисунок 18 – последствия выпадения кислотных осадков.

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 0 С), 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 0 С), 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 19.



Распределение промышленных загрязнений

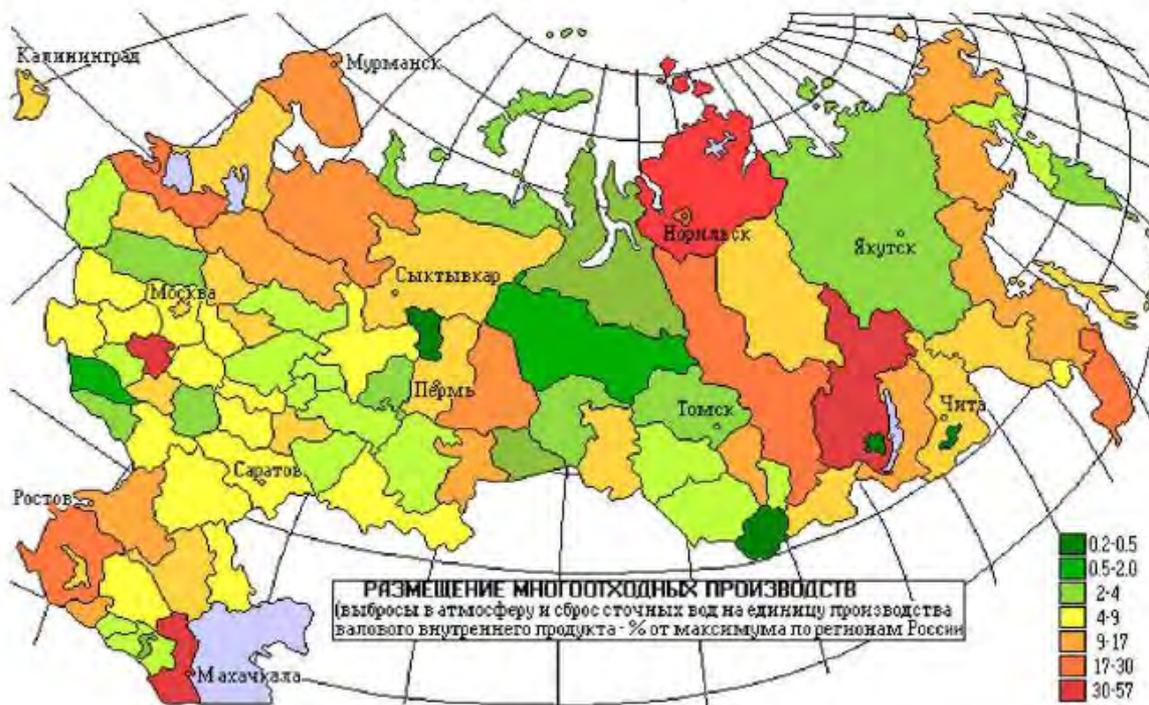


Рисунок 19 – Распределение промышленных загрязнений

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.

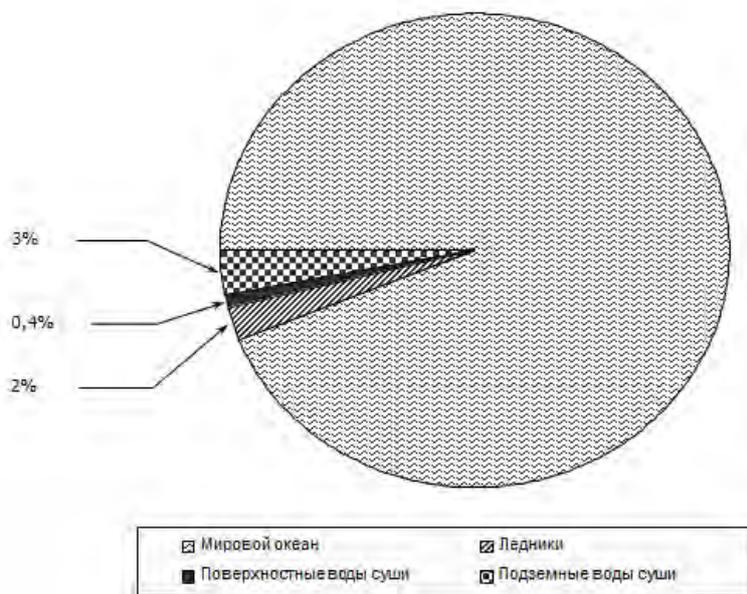


Рисунок 1 – Состав гидросферы

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.

3. Виды водопользования и водопотребления.

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. км³/год**. По некоторым оценкам реально доступные для использования ресурсы вод не превышают 15 тыс. км³/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.

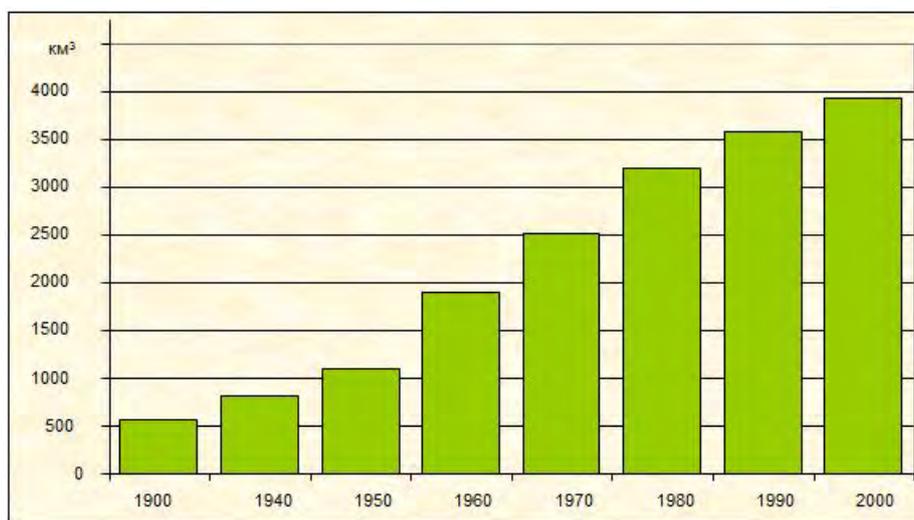


Рисунок 2 – Изменение мирового водопотребления

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. м³/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 строительных материалов;
- при производстве энергии и охлаждении;
- на растворение, смешивание, очищение и др. технологические процессы.

Структура хозяйственно-питьевого водопотребления изображена на рисунке 3.

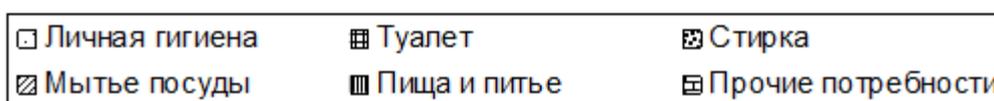
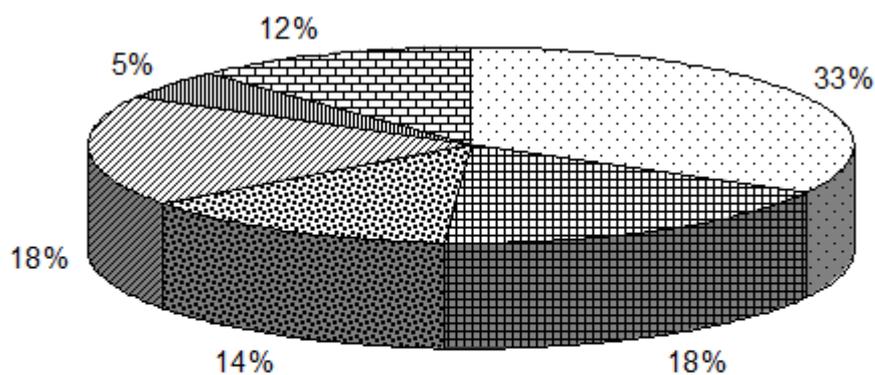


Рисунок 3 – Структура хозяйственно-питьевого водопотребления

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.

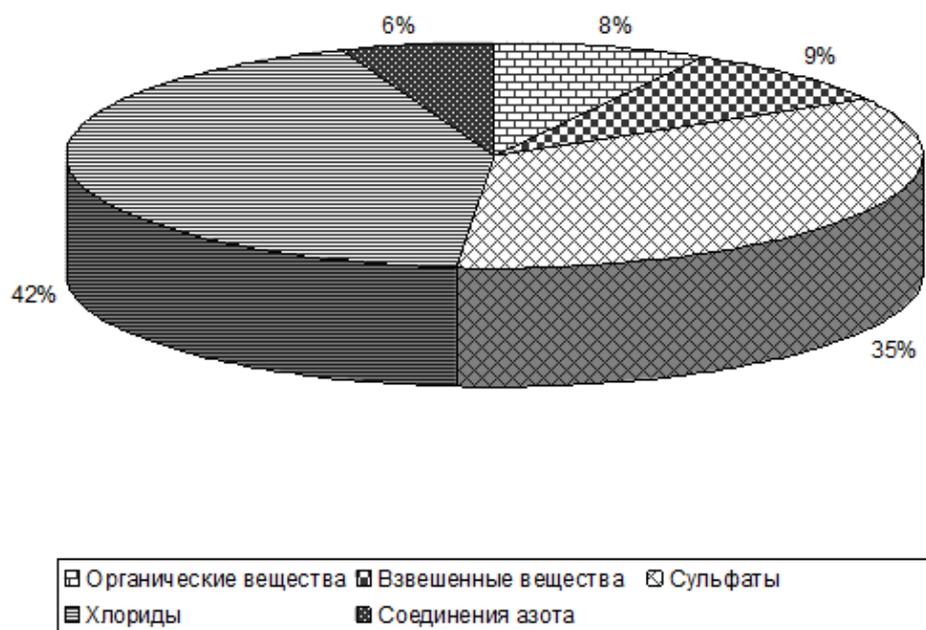


Рисунок 4 – Состав сточных вод Беларуси

Ежегодный объем сточных вод, содержащих загрязняющие вещества, в Беларуси составляет около 1170 млн м³.

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.

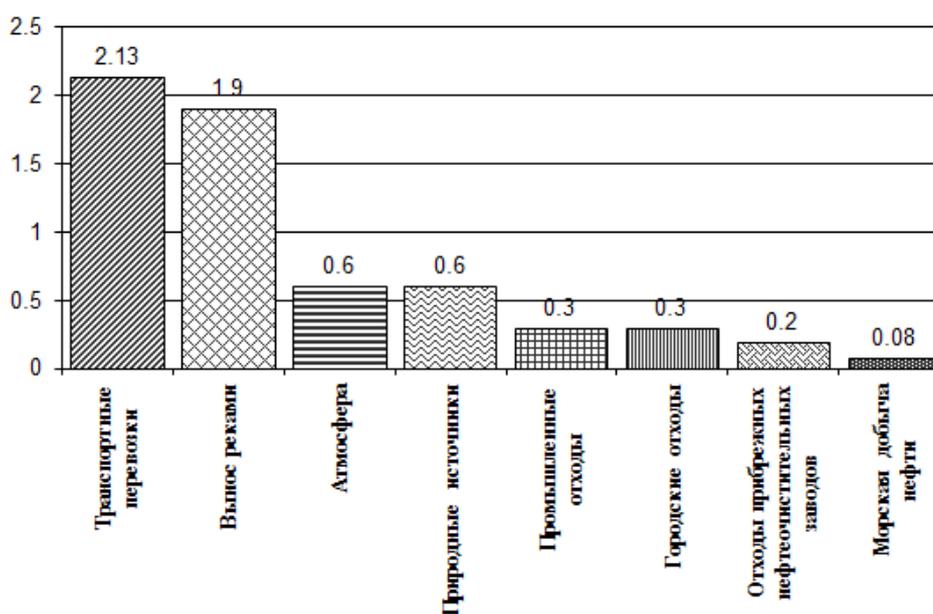


Рисунок 5 – Источники загрязнения нефтью



На рисунке 6 можно увидеть нефтяное загрязнение МО.

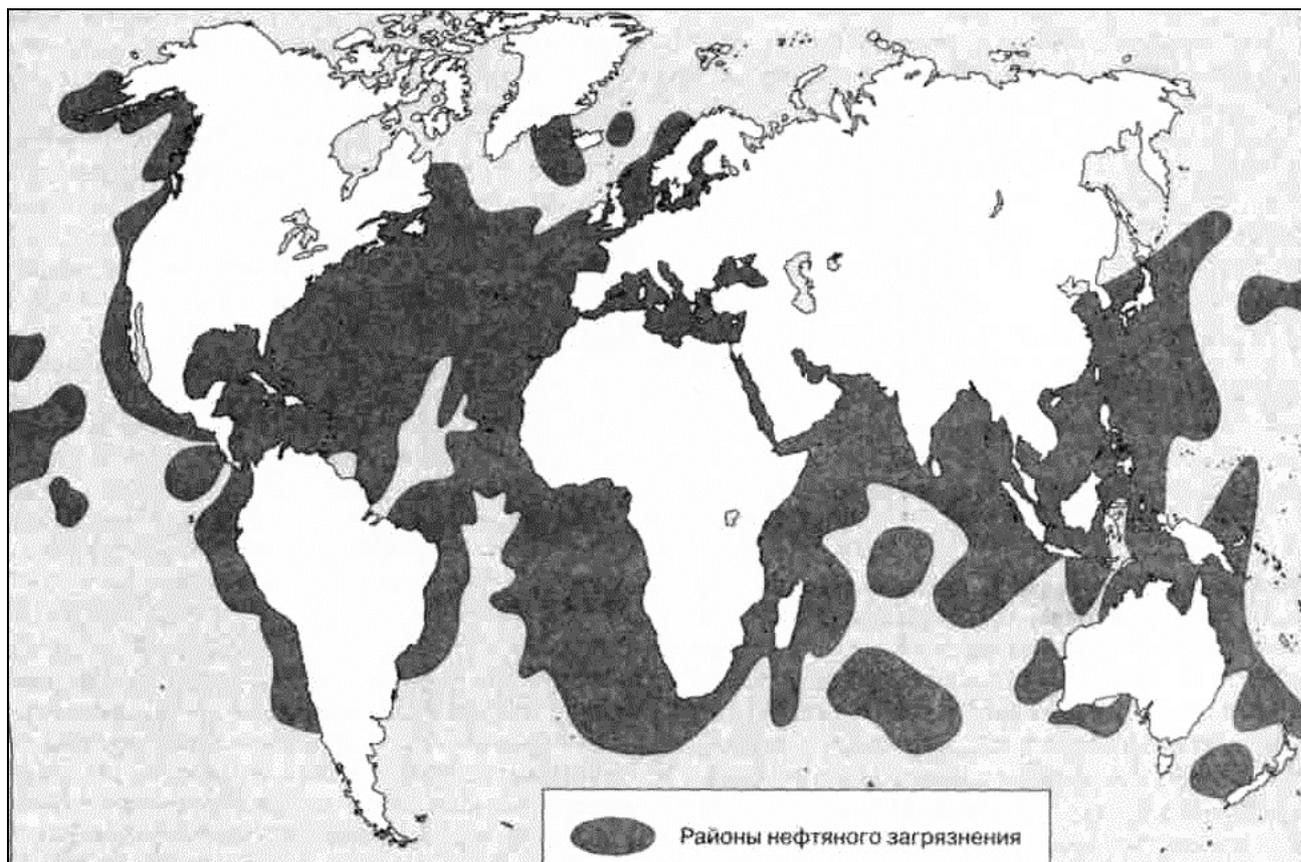


Рисунок 6 – Нефтяное загрязнение Мирового океана

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 подымается 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.

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).

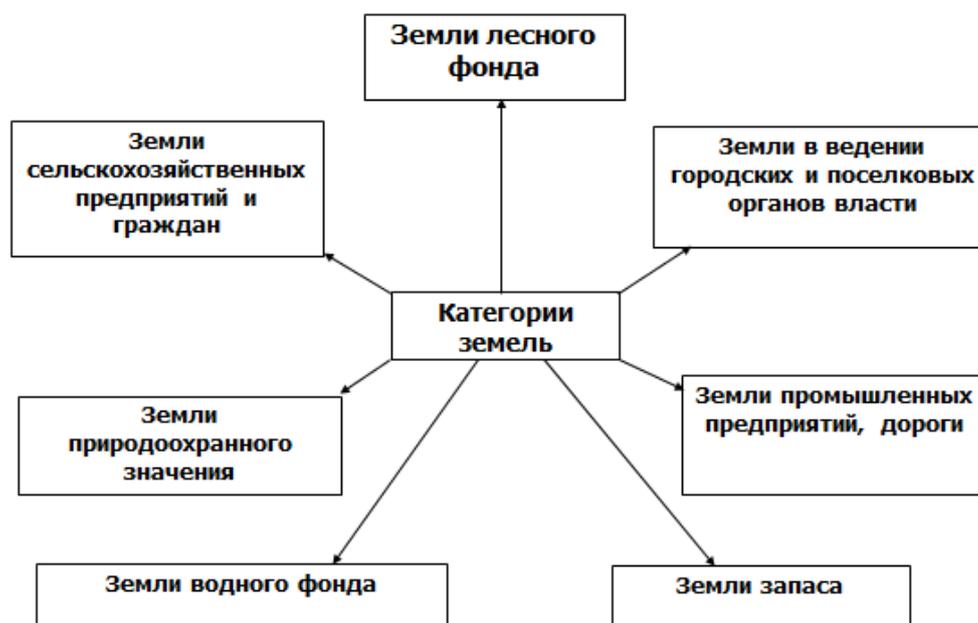


Рисунок 1 – Категории земель

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

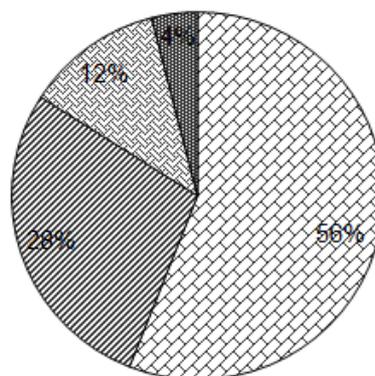
Пастбища	3395,3	26
Леса	4138	31,7
Прочие земли	4061,3	31,2
ВСЕГО	13045,4	100

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 лесопокрываемые 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.



□ Водная эрозия	▨ Ветровая эрозия
▤ Химическая деградация	■ Физическая деградация

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 75 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.

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.

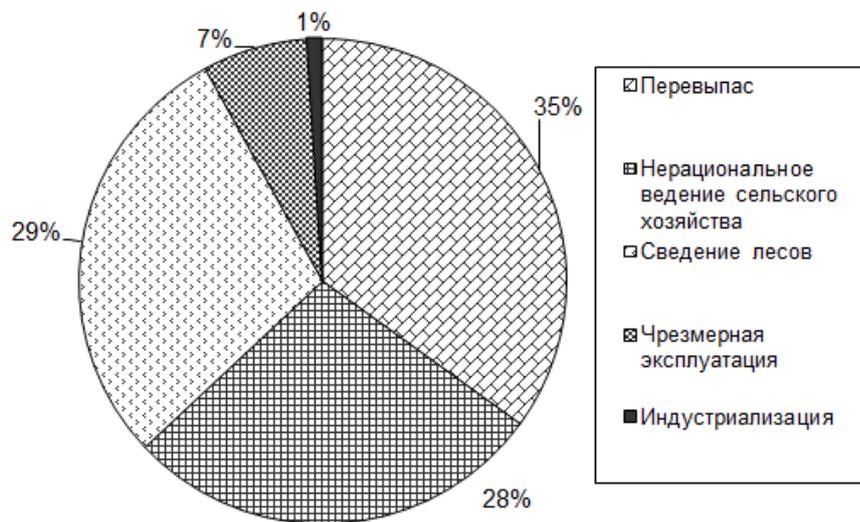


Рисунок 3 – Причины деградации почв



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.

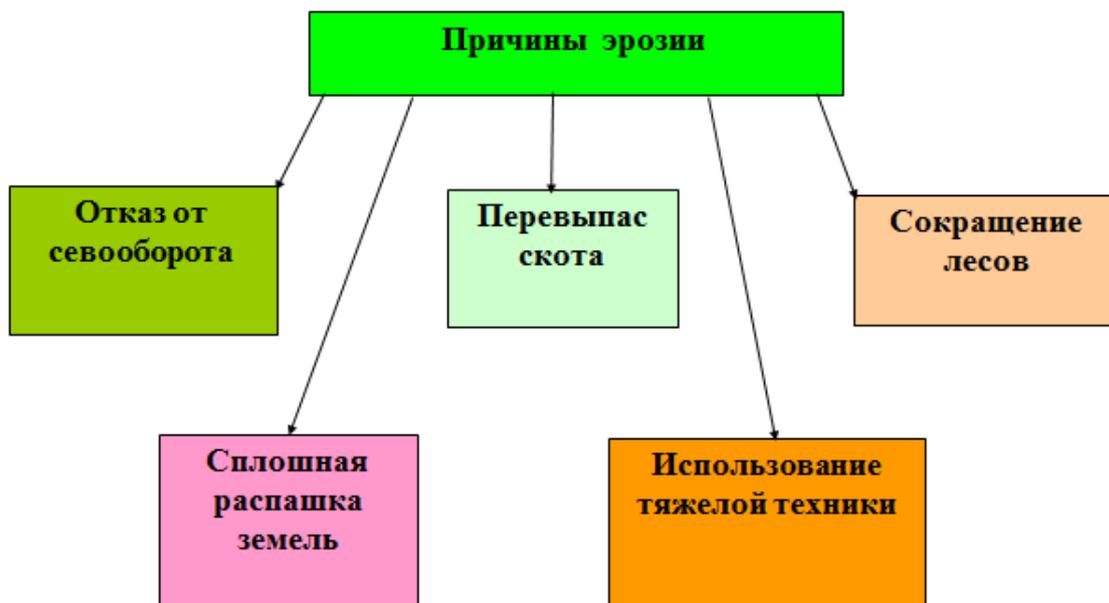


Рисунок 5 – Причины эрозии почв

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

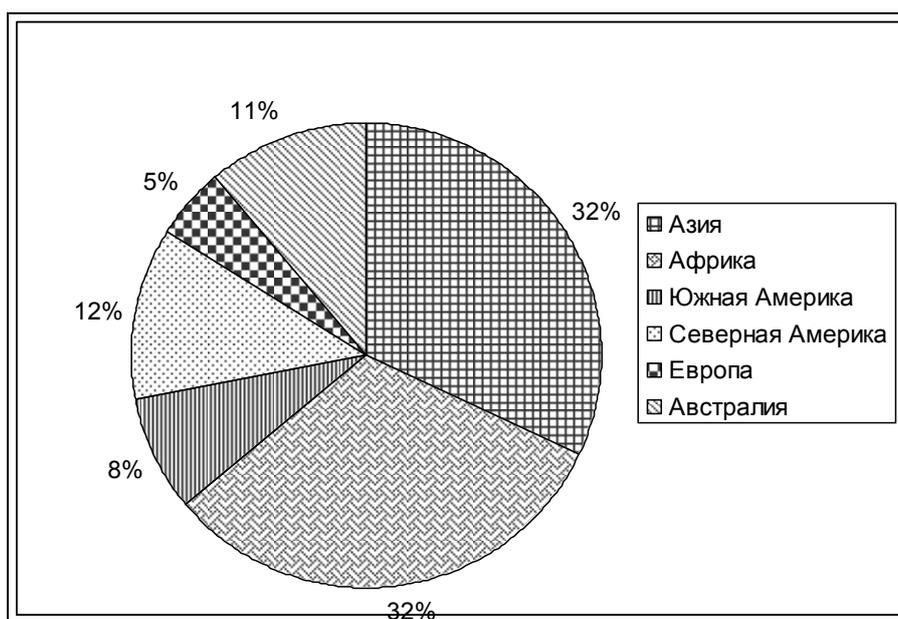


Рисунок 6 – Распределение засушливых земель



мира по крупным регионам

Опустынивание (аридизация) – расширение площадей существующих пустынь. В настоящее время под угрозой опустынивания, по разным оценкам, находятся от 30 до 40 млн км² суши. В аридных районах мира проживает около 1 млрд чел. Процессы опустынивания протекают с огромной скоростью – 7 км²/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 отходов 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 м³ 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 толщи 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 м³/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.



ТЕМА 8 «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. Экономические механизмы природопользования
5. Мониторинг окружающей среды
6. Экологическая экспертиза
7. Экологическая сертификация
8. 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 состояния 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. 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.

5. 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)

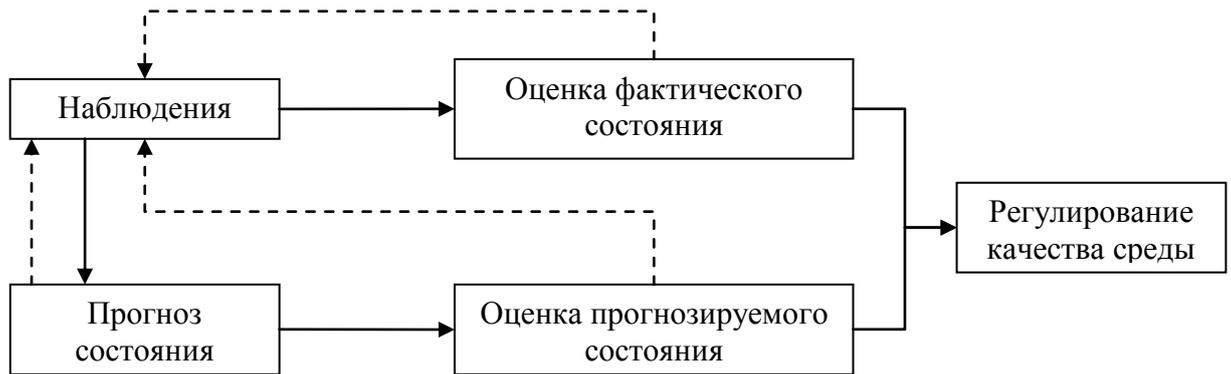


Рисунок 1 – Схема мониторинга по Израэлю Ю.А. (1989)

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.

Медицинский	Минздрав (Республиканский центр гигиены и эпидемиологии, Белорусский научно-исследовательский санитарно-гигиенический институт)
Атмосферного воздуха	Госкомгидромет (Центр радиационного контроля и мониторинга природной среды)





Гидросферы поверхностных вод подземных вод	Госкомгидромет (Центр радиационного контроля и мониторинга природной среды) Белорусский научно-исследовательский геологоразведочный институт
Земель (почв) земельного фонда агрочувствительный агротехногенно загрязнённых земель	Госкомитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии Научно-исследовательское государственное предприятие "Институт почвоведения и агрохимии", Белгосуниверситет Госкомгидромет (Центр радиационного контроля и мониторинга природной среды)
Общего содержания атмосферного озона	Госкомгидромет, Национальный центр мониторинга озоносферы
Сейсмический	НАНБ (Институт геологических наук)
Физический явлений (факторов)	Минздрав (Республиканский центр гигиены и эпидемиологии, Белорусский научно-исследовательский санитарно- гигиенический институт)
Радиационный	Госкомгидромет (Центр радиационного контроля и мониторинга природной среды)
Комплексный экологический	Минприроды (Белорусский научно-исследовательский центр Экология")
Растительности лесной луговой высшей водной	Государственное лесохозяйственное объединение "Белгослес", Государственное предприятие "Беллесинвест" НАНБ (Институт экспериментальной ботаники) Белгосуниверситет
Животного мира	НАНБ (Институт зоологии)

Чрезвычайных ситуаций	Министерство по чрезвычайным ситуациям, Госкомгидромет (Центр радиационного контроля и мониторинга природной среды)
Локальный	Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды

6. 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 Республики Беларусь.

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 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.

8. 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 – МАБ). 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.



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 базе региональных центров
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.

