

ЛЕКЦИЯ №1

1. История науки. Предмет экологии.
2. Направления экологии.
3. Подходы и методы экологии.

1. История науки. Предмет экология

Экология – это наука о взаимоотношениях живых организмов друг с другом и с окружающей их неорганической средой, о связях в надорганизменных системах, о структуре и функционировании этих систем. Термин «экология» был впервые введен немецким биологом Эрнстом Геккелем в 1869 году; он образован из двух греческих слов: oikos, что значит дом или жилище, и logos – изучение или наука. В трудах «Всеобщая морфология организмов» и «Естественная история миротворения» Геккель пытался дать определение сущности экологии. По Геккелю, экология представляет науку о домашнем быте живых организмов, так называемая «экономия природы».

Экология как наука сформировалась в середине 19 в. История развития экологии связана с возникновением и развитием человеческого общества. По мере роста масштабов и совершенствования способов изъятия природного вещества у людей вырабатывалось сознание связи с внешним миром и зависимости от него. Известны юридические нормы, существовавшие в Эфиопии во времена Аксумского царства (IV в. н.э.): речную рыбу, птицу, степных и лесных млекопитающих нельзя было продавать и покупать. Жители высокогорий освобождались от выпаса скота и обработки земель, но должны были содержать в чистоте водный сток.

Этапы становления наук о природе, в т.ч. и экологии:

Первый период: Аристотель (IV в. до н.э.) предложил первую классификацию животных, описывает их поведение, зависимость морфологии от условий внешней среды, приспособление к условиям среды обитания. Труд «История животных».

Теофраст Эрезийский (IV в.н.э.), ученик Аристотеля дал описание 500 видов растений, с учетом местообитания выделил их естественные группировки, заложив основы геоботаники.

Второй период: Великие географические открытия дали толчок к развитию систематики. Первые систематики – А.Цезальпин (1519-1603), Д.Рей (1623-1705), Ж.Турнефор (1656-1708) сообщали и о зависимости растений от условий произрастания или возделывания, о местах их обитания. Сведения о поведении, повадках, о местах обитания животных называли «историей» жизни животных.

Карл Линней, первый фенолог и основатель научной систематики, в 1749г. опубликовал диссертацию «Экономия природы», в которой под экономией понимал взаимоотношения всех естественных тел. Считал, что необходимо не только размножение, но и разрушение организмов, поскольку гибель одних

организмов дает возможность для существования других. Т.о. Линней заложил основы понимания биотического круговорота.

Ж. Бюффон (1707-1788) считал возможным «перерождение» видов и полагал основными причинами такого превращения влияние внешних факторов (температуры, качество пищи и гнет одомашнивания).

Жан-Батист Ламарк (1744-1829) – автор первого эволюционного учения, считал, что влияние внешних обстоятельств – одна из самых важных причин приспособительных изменений организмов, эволюции животных и растений. В книге «Философия зоологии» впервые широко поставил вопрос о влиянии среды на организмы, но не сумел объяснить причин их «пригнанности» к среде обитания.

Т.Р.Мальтус (1766-1834) – в книге «опыт о принципах народонаселения» вывел закономерность роста населения – в геометрической прогрессии, а средства же существования растут в арифметической прогрессии. Результат – объективный разрыв между темпами роста населения и средств существования, а следовательно иллюзорность всеобщего благоденствия. Книга вызывает споры и по сей день.

Александр Гумбольдт (1769-1859) – немецкий естествоиспытатель, показал значение климата для жизни растений, ввел понятие изотерм, выдвинул идею горизонтальной зональной и вертикальной поясности в распространении растений.

К.Ф.Рулье (1814-1858) – российский биолог, разработал систему изучения животных. Раскрыл значение биотических факторов в жизни растений и животных, утвердил понятие географической и экологической изменчивости видов.

Н.А.Северцов (ученик Рулье) в 1855г. опубликовал магистерскую диссертацию «Периодические явления в жизни зверей, птиц, гадюк Воронежской губернии». Это первое специальное экологическое исследование.

Третий период: Появление эволюционной теории Дарвина-Уоллеса. Работа Ч.Дарвин (1859г.) – «Происхождение видов путем естественного отбора». Геккель Э. В 1866 г. определил новую область знаний и дал ей название – экология в трудах «Всеобщая морфология организмов».

К.Мёбиус (1877) – немецкий гидробиолог, труд «Устрицы и устричное хозяйство» – вывод о существовании биоценозов (сообществ организмов). Биоценоз – закономерное сочетание разных организмов, обитающих в определенном биотопе. Биотоп – совокупность условий среды, в которых обитает биоценоз.

С.Форбс (США, 1887) впервые рассмотрел озеро как «микрокосм», т.е. целостную систему.

В.А.Докучаев (Россия, 1883) – книга «Русский чернозем», учение о почве как продукте совокупного творчества живых организмов, горной породы и климата, определил пять факторов почвообразования.

Четвертый период: появление в начале XX века системной концепции в экологии благодаря трудам В.И.Вернадского. В 1926 г. вышел его главный труд «Биосфера», в котором биосфера – живые организмы и окружающая их среда – предстает как единая глобальная система; биосфера функционирует благодаря взаимодействию живых, косных, биокосных компонентов.

В 1935 г. английский ученый А.Тэнсли ввел понятие экологическая система, который включает живые организмы и физические условия местообитания и является единым целым, надорганизменным уровнем. В 1942 г. в работах В.Н.Сукачева появился термин биогеоценоз как синоним экосистемы.

В 70-е годы благодаря развитию вычислительной техники и методов математического моделирования были разработаны методы системного анализа, которые стали широко использоваться и в экологии.

Пятый период: вторая половина XX века - понимание мировым сообществом угрозы экологического кризиса, выявление глобальных экологических проблем. Превращение экологии в интегрированную науку, комплекс естественных, технических и общественных дисциплин.

2. Направления экологии

В экологических исследованиях по традиции выделяют два направления – аутэкологию и синэкологию. Аутэкология концентрирует свое внимание на взаимоотношениях между организмом или популяцией и окружающей средой, тогда как синэкология занимается сообществами и средой. Например, изучение отдельного экземпляра дуба или вида дуб черешчатый (*Quercus robur*) или рода дуб (*Quercus*) будет аутэкологическим исследованием, а изучение сообщества дубового леса – синэкологическим.

Современные исследователи выделяют более 100 направлений в экологии, которые можно объединить в 5 ветвей экологии:

1. Глобальная экология – изучение возможных глобальных сдвигов в биосфере под воздействием различных факторов (космические воздействия, процессы в недрах Земли)
2. Биологическая экология - включает в себя: 1) *аутэкологию* (экологию естественных биологических систем – особей, видов); *демэкологию* (популяционную экологию); *синэкологию* (экология многовидовых сообществ, биоценозов), *биогеоценологию* (экологических систем); 2) экологию систематических групп организмов – бактерий, грибов, растений, животных;
- 3) эволюционную экологию.
3. Экология человека или социальная экология – исследует взаимодействие человека с окружающей средой.
4. Геоэкология – изучает взаимоотношения организмов и среды обитания, их географическую принадлежность. Включает в себя экологию сред (воздушной, наземной, почвенной, пресноводной, морской); экологию природно-климатических зон (тундры, тайги, степи, пустыни, гор, ландшафтов).

5. Прикладная экология – комплекс дисциплин, изучающих взаимоотношения между человеческим обществом и природой. Выделяют следующие прикладные разделы экологии:

- инженерная экология;
- сельскохозяйственная экология;
- урбоэкология;
- биоресурсная и промысловая экология;
- медицинская экология.

3. Подходы и методы экологии

В современной экологии, науке об окружающей среде сталкиваются два подхода к проблеме взаимоотношений человека и природы: антропоцентрический и биоцентрический.

1. *Антропоцентрический или технологический подход* – в центре экологических проблем стоит человек. Переэксплуатация природных ресурсов, загрязнение воды и воздуха рассматриваются лишь с точки зрения их отрицательного влияния на здоровье человека. Возникшие проблемы окружающей среды представляются только как следствие неправильного ведения хозяйства. Считается, что проблемы могут быть устранены путем технологической реорганизации и модернизации, что законы природы не могут и не должны мешать научно-техническому прогрессу.

2. *Биоцентрический или экоцентрический подход* – человек лишь одна из форм жизни, и как биологический вид в значительной мере остается под контролем главных экологических законов и в своих взаимоотношениях с природой вынужден и должен принимать ее условия. Нарушенные человеком регуляторные функции биосферы не могут быть восстановлены или изменены технологическим путем. Прогресс человечества ограничивается экологическим императивом.

Методы:

1. *Экосистемный* – изучение потока энергии и круговорота веществ между биотическим и абиотическим компонентами экосферы, функциональные связи (цепи питания) живых организмов между собой и с окружающей средой.

2. *Изучение сообществ (синэкология)* – исследование растений, животных и микроорганизмов, обитающих в экосистемах. Основной упор делается на определении и описании видов и изучении факторов, ограничивающих их распространение. Синэкология подробно изучает сукцессии и климаксные сообщества, что важно для рационального использования природных ресурсов.

3. *Популяционный подход (аутэкология)* – изучение моделей роста, развития видов, внутри и межвидовые взаимоотношения. Популяционная экология обеспечивает теоретическую базу для понимания всплесков численности вредителей и паразитов, открывает возможности борьбы с ними при помощи биологических методов; позволяет оценить критическую численность вида, необходимую для его выживания (важно при организации заповедников, ведении охотничьего хозяйства).

4. Изучение местообитания – изучение экологической ниши видов с привлечением специалистов гидрологов, почвоведов, метеорологов, океанографов и др.

5. Эволюционный и исторический – изучение изменения биосферы, отдельных экосистем, сообществ, популяций, местообитаний во времени, что важно для прогнозов будущих изменений. Эволюционная экология рассматривает изменения, связанные с развитием жизни на Земле, позволяет понять закономерности, действовавшие в экосфере до появления человека. Реконструкция прошлого на основании данных палеонтологии. Историческая экология занимается изменениями, связанными с развитием человеческой цивилизации и технологии, с их возрастающим влиянием на природу.

Лекция 2

1. Понятие об экосистеме и биогеоценозе.
2. Свойства экосистем: устойчивость, гомеостаз, равновесие, живучесть, безопасность. Принципы (Мамедов, с. 137) функционирования экосистем.
3. Биоценоз. Биома. Биотоп.
4. Местообитание.
5. Экологическая ниша.
6. Пищевые цепи, экологические пирамиды.
7. Продуктивность экосистем.
8. Естественные и антропогенные экосистемы.
9. Эволюция экосистем. Экологические сукцессии.

1. Экологическая система. Биогеоценоз

Тэнсли (английский ученый) в 1935 г. дал определение экосистеме как совокупности живых организмов с их местообитанием. Физическая среда, или биотоп вместе с населяющими его видами, составляющими биоценоз, образуют *экосистему* (в отечественной научной литературе вместо термина «экосистема» чаще пользуются термином «биогеоценоз»). Экосистема – основная функциональная единица в экологии. Экосистемы представляют собой своего рода «микрокосм» видов, взаимодействующих друг с другом в относительно замкнутом круговороте.



Признаки экосистем:

- 1) независимость от внешних источников вещества и энергии, но не от солнечного света. Энергия – это способность совершать работу.
- 2) способность обеспечивать круговорот вещества.

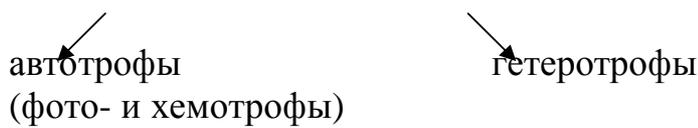
Примеры экосистем: лес, озеро, отдельно стоящий дуб. Биосфера – самая крупная экосистема.

Поле существования жизни:

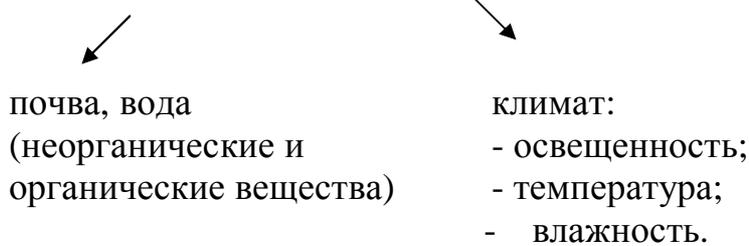
1. Достаточная концентрация $O_2 \sim 21\%$ и CO_2 .
2. Достаточное количество воды (жидкой).
3. Благоприятная температура (чтобы не свертывался белок и работали ферменты).
4. прожиточный минимум минеральных веществ.

Океан: на глубине 10919 м (Мариинская впадина), атмосфера – на высоте 77 км – есть жизнь (белоголовый сиб столкнулся с самолетом на высоте 12,5 км). Жизнь – в Антарктике во льдах (420).

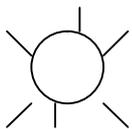
Биотический компонент



Абиотический компонент



Солнце



→ биотический компонент → тепловая энергия
биогенные элементы.

Экосистемы состоят из живого и неживого компонентов, называемых соответственно биотическим и абиотическим. Совокупность живых организмов биотического компонента называется сообществом.

Биотический компонент полезно подразделить на автотрофные и гетеротрофные организмы. Таким образом, все живые организмы попадут в одну из двух групп.

Неживой, или абиотический, компонент экосистемы в основном включает почву или воду и климат. Почва и вода содержат смесь неорганических и органических веществ. Свойства почвы зависят от материнской породы, на которой она лежит и из которой частично образуется. В понятие климата входят такие параметры, как освещенность, температура и влажность, в большой степени определяющие видовой состав организмов, успешно развивающихся в данной экосистеме. Для водных экосистем очень существенна также степень солености.

Самым важным признаком экосистемы является ее независимость от внешних источников вещества и энергии (но не солнечного света), а также способность обеспечивать круговорот веществ.

Биогеоценоз



2. *Свойства экосистем:*

1. *Эмерджентность* (emergence – неожиданно возникающий) – степень несводимости свойств системы к свойствам составляющих ее элементов.

2. *Биоразнообразие*. Принцип необходимого разнообразия элементов – нижний предел разнообразия равен двум, верхний – стремится к бесконечности. Основывается на непрерывном круговороте веществ, связанном с направленными потоками энергии. Механизмы поддержания целостности системы основываются на свойствах разнообразия и системности. Разнообразие – необходимое условие устойчивости любой кибернетической системы на фоне внешних и внутренних возмущений (принцип Эшби). Живые системы (организмы, биосфера) функционируют по принципу обратной связи.

Разнообразие – результат эволюции. Чем старше ЭС, тем более разнообразный видовой состав (старые тропические леса и молодая тайга). Биологическое разнообразие обеспечивает устойчивость биосферы через множество взаимосвязей и взаимодействий между собой и косным веществом. В биосфере имеется большой набор процессов регулирования с обратной связью и набор циклических процессов, позволяющих ей компенсировать изменяющиеся условия. Поэтому биосфера легко справляется с задачами автоматического регулирования необходимых условий жизни.

Стабильность глобальной экосистемы обеспечивается избыточностью ее функциональных компонентов. Если в экосистеме имеется несколько видов автотрофов, каждый из которых имеет свои оптимальные температурные условия фотосинтеза, то суммарная скорость фотосинтеза может оставаться неизменной при колебаниях температуры.

3. *Устойчивость* динамической системы и ее способность к самосохранению зависит от преобладания внутренних взаимодействий над внешними. Поскольку основной объединяющий фактор в биогеоценозах – это пищевые цепи, то, чем более многообразен состав, тем устойчивее экосистема. В тропических лесах большое разнообразие видов растений и животных гарантия стабильности. Но и малокомпонентные системы могут быть устойчивы (степь). Дело в экологических особенностях видов. Например, при современной антропогенной нагрузке большое значение приобретают виды – эфемеры (короткоциклические), которые успевают за короткий период в резко быстрой смены поколений и большой численности приспособляться к необычным стрессам. При устойчивых, необратимых изменениях среды происходит направленная смена типов сообществ, формирование нового климакса. Надо признать, что в последнее время деятельность человека существенно влияет на этот процесс.

В биосфере действует закон, связывающий размеры потребляющих органические вещества видов с их численностью и размерами. В потоках вещества и энергии главную роль играют мелкие организмы (бактерии, грибы и т.д.). Доля потребностей позвоночными животными – 1% продуктов биосферы.

Вовлеченность вещества в кругооборот обеспечивается развитой системой информации связи между различными видами живого вещества. Это физические

(звук, цвет, свет, температура) и химические (запах) связи. Информационные связи связывают все части системы и способствуют ее устойчивости.

4. *Гомеостаз* – это состояние внутреннего динамического равновесия природной системы, поддерживаемое регулярным возобновлением ее основных структур, вещественно-энергетического состава и постоянной функциональной саморегуляцией ее компонентов. Это – постоянный газовый состав атмосферы, физические условия поверхности Земли (через озоновый экран), устойчивого состава и концентрации солей Мирового океана. Механизм поддержания целостности системы основывается на свойствах разнообразия и системности. Биосфера ((по Вернадскому) как целостная система обладает организованностью, механизмами самоподдержания (гомеостаза).

5. Принцип *неравновесности* – экосистемы являются открытыми и для них характерен приток и отток энергии и вещества, а это возможно только в условиях неравновесности.

6. *Равновесие* – баланс естественных или измененных человеком средообразующих компонентов и природных процессов, приводящий к длительному существованию данной ЭС.

7. *Живучесть* – способность ЭС выдерживать резкие колебания абиотической среды, массовые размножения или длительные исчезновения отдельных видов, большие антропогенные нагрузки.

Принципы функционирования экосистем:

1. Получение ресурсов (вещества, энергии) и избавление от отходов происходит в экосистемах в рамках кругооборота всех элементов.
2. Экосистема существует за счет практически вечной, не загрязняющей среду солнечной энергии, количество которой *const* и избыточно.
3. Чем больше биомасса популяции, тем ниже должен быть занимаемый ею трофический уровень. На концах пищевых цепей не должно быть большой биомассы организмов.

Нарушение принципов функционирования экологических систем человеком:

1. Выброс сельскохозяйственных отходов в водоемы.
2. Сжигание ископаемого топлива.
3. Для получения 1 ед. мяса надо 10-20 ед. зерна. Надо расширить посевные площади в 10 раз, чтобы все ели мясо. Это ведет к деградации почв, уменьшению плодородия.

3. Биоценоз

- это сообщество организмов, живущих на определенном участке суши или водоема (лат. биос – жизнь, ценоз - общий). В 1837 г. Мёбиус изучал устричные банки.

Синузия – обособленная часть растительного сообщества (фитоценоза), состоящая из растений одной или нескольких близких жизненных форм или

группа, популяция животных и растений, имеющих общие требования к среде обитания.

Типы взаимоотношений в биоценозах:

- пищевые, трофические (пищевые цепи, конкуренция за пищу);
- пространственные, топические (распределение в пространстве. Конкуренция за место);
- средообразующие (формирование структуры биотопа, микроклимата).

На уровне биоценозов функционируют 2 канала информации:

- селфинг (система поддержания вида, его репродукция, устойчивое существование);
- координация (связывает биоценоз как целое, связь между отдельными видами и с окружающей средой).

Крупные биоценозы называются биомы или формации.

Наземные биомы

Открытые:

- 1) тундра – отсутствует древесная растительность. Вечная мерзлота. Мхи, лишайники, карликовые кустарники (ива, береза, вереск). Олень, овцебык. Перелетные птицы. Лимит фактор – холод;
- 2) пустыня. Лимит фактор – сухость. Растения – ксерофиты. Грызуны и рептилии;
- 3) степи – злаки, копытные. Климат умеренный. Колебания сезонные, влажности и сухости;
- 4) саванна – богатая флора и фауна;
- 5) лес – тайга, лиственные, тропический лес, чапараль.

Пресноводные: лентические (стоячие); лотические (текучие); болота.

Морские формации:

- открытый океан
- воды континентального шельфа (прибрежные)
- районы аквеллинга (продуктивные рыбные)
- эстуарии.

4. Местообитание

Тот участок абиотической среды, которую занимает биоценоз, называют биотопом. Биотоп – место обитания биоценоза (лат. биос – жизнь, тоπος – место), т.е. это участок среды определенного типа, где живет данный организм, например живая изгородь, пресноводное озеро, дубовая роща или каменистый берег. Организм приспособлен к определенным физическим условиям местообитания. Но в пределах последнего могут быть места с особыми условиями (например, под корой гниющего ствола в дубовой роще), иногда называемые микроместообитаниями.

На поверхности Земли основными факторами, определяющими распространение живых организмов, является количество тепла и влаги. Их сочетание определяет тип растительности, а вместе с ним и животный мир в природной зоне. Таблица (Куражновский Ю.И., 1976 г.) ст. 28 зел.к-к.

Пространственная структура биоценоза

Пространственный объем биоценоза определяется системой взаимодействующих видов, осуществляющей цикл биогенного круговорота.

Гессе (1925): выделил крупные подразделения – биоциклы (суша, морские водоемы и пресные воды) или биомы.

Биохоры – крупные пространственные участки биоцикла, охватывающие серию однородных ландшафтных систем (пустыни, тундра). Аналогично – ландшафтная зона (Берг, 1913, 1931).

Биотоп – пространственная граница биоценоза.

Популяции в составе биоценоза располагаются не только по площади, но и по вертикали в соответствии с биологическими особенностями каждого вида.

Например, в водных экосистемах крупномасштабная вертикальная структура задается в I очередь внешними условиями.

В соответствии со структурным делением водоемов на *бенталь* (область дна) и *пелагиаль* (толща воды) все организмы-гидробионты подразделяются на виды, связанные с дном – бентос, и формы, обитающие в пелагиали – пелагос. Пелагос содержит пассивно парящие в толще воды формы – планктон – и активно плавающих животных – нектон.

В пелагиале определяющие факторы – освещенность, температура, концентрация биогенов. В бентале – гидростатическое давление, разнородность грунтов.

В наземных системах вертикальная структура определяется ярусностью. Ярусность характерна и для древесных и травянистых экосистем.

В наземных экосистемах выделяются консорции – группировки видов – автотрофов и гетеротрофов, возникающие на основе тесных пространственных и трофических связей. Консорции формируются на основе вида, обладающего средообразующим действием. Пример: сосна с микоризными грибами, эпифитными лишайниками на стволе и ветвях, насекомыми, птицами – это сложнейший консорций, где сосна – детерминанта. Или полевка с эктопаразитами, гельминтами, простейшими и бактериями.

Многообразие жизненных форм определяется климатическими и ландшафтными факторами. Шарообразность Земли, ее вращение и движение вокруг Солнца определяют сезонную и широтную динамику поступления солнечной энергии на различных участках земной поверхности. На этих участках формируются сходные по условиям жизни географические пространства, в пределах которых особенности климата, рельефа, вод, почвенного и растительного покрова образуют целостный комплекс. Ландшафтно-климатические зоны:

- полярные пустыни;
- тундра;
- леса умеренного климата (хвойные, лиственные);

- степи;
- саванны;
- пустыни;
- тропические леса.

Биомы бывают сухопутные, морские и пресноводные.

5. Экологическая ниша

Каждый вид занимает в своем местообитании определенную экологическую нишу, т.е. это положение вида, которое он занимает в общей системе биоценоза, комплекс его биоценологических связей и требований к абиотическим факторам среды.

Понятие экологической ниши подразумевает не только физическое пространство, где может быть обнаружен данный вид, но также, определенную его роль в сообществе, в частности его питание и взаимоотношения с другими видами. Когда два вида занимают одну и ту же нишу, они обычно конкурируют друг с другом, пока один из них не будет вытеснен. Сходные местообитания включают сходный набор экологических ниш, и в различных частях земного шара можно встретить морфологически близкие, хотя и различные по таксономическому положению виды животных и растений. Например, открытые луга, степи и заросли низкого кустарника служат экологическими нишами для быстро бегающих травоядных, но это могут быть лошади, антилопы, кенгуру и т.п.

Ю.Одум: Экологическая ниша – это физическое пространство, занимаемое видовой популяцией, поведение популяции, реакция на физическую и биологическую среду, ограниченность другими видами. В данной экологической нише формируются жизненные формы различных видов. В одинаковых экологических нишах неродственные виды могут иметь одинаковую форму. Пример – быстроплавающие водные организмы (дельфин, тунец, кит, акула), прыгающие животные (тушканчики, кенгуру: компактность, удлинённые задние и укороченные передние конечности, длинный хвост).

Дарвиновское понятие экологической ниши: виды с близкими экологическими нишами могут быть конкурентами, даже если они далеко стоят на эволюционной лестнице (например, саранча и травоядные четвероногие).

Экологический викариат: в разных экосистемах аналогичные экологические ниши могут быть заняты разными видами (1. куница в европейской, соболь в азиатской тайге; 2. Бизоны в прериях Сев.Америки, антилопы в саванне Африки, куланы в степях Азии).

Жизненные формы растений по Раункиеру К.(1934):

- Эпифиты – растут на других растениях, не имеют корней в почве;
- терофиты – зимуют в стадии семян,
- геофиты (криптофиты) – зимуют в стадии корневищ, луковиц,
- гемикриптофиты – почки возобновления находятся у поверхности почвы;
- хамефиты – почки возобновления над поверхностью почвы ~ 5 см (не более), кустарнички,

- фанерофиты – деревья и кустарники, почки возобновления выше 5 см над почвой.

Водные растения – гидрофиты.

Жизненные формы растений по Серебрякову И.Г.:

- древесные
- полудревесные
- наземные
- водные.

Жизненные формы животных по Кашкарову Д. (1944):

- холоднокровные и теплокровные
- плавающие и роющие
- наземные, древесные
- воздушные.

Экологическая группа – виды разных жизненных форм, обитающие в сходных экологических условиях. Например, ксерофиты – растения, обитающие в сухих условиях, галофиты – обитатели соленых почв.

6. Пищевые цепи и трофические уровни

Внутри экосистемы содержащие энергию органические вещества создаются автотрофными организмами и служат пищей (источником вещества и энергии) для гетеротрофов. Типичный пример: животное поедает растения. Это животное в свою очередь может быть съедено другим животным, и таким путем может происходить перенос энергии через ряд организмов – каждый последующий питается предыдущим, поставляющим ему сырье и энергию. Такая последовательность называется *пищевой цепью*, а каждое ее звено – *трофическим уровнем* (греч. trophos – питание). Первый трофический уровень занимают автотрофы, или так называемые первичные продуценты. Организмы второго трофического уровня называются первичными консументами, третьего – вторичными консументами и т.д. Обычно бывает четыре или пять трофических уровней и редко больше шести.

Первичные продуценты

Первичными продуцентами являются автотрофные организмы, в основном зеленые растения. *Продуценты*¹ - это живые организмы, которые способны синтезировать органическое вещество из неорганических составляющих с использованием внешних источников энергии.

Все продуценты по характеру источника энергии для синтеза органических веществ подразделяются на *фотоавтотрофов* и *хемоавтотрофов*. Первые используют для синтеза энергию солнечного излучения в части спектра с длиной волны 380-710 нм. Это главным образом зеленые (хлорофиллоносные) растения, но к фотосинтезу способны и представители некоторых других царств органического мира. Среди них особое значение имеют цианобактерии

¹ От лат. producentis - производящий

(синезеленые «водоросли»), которые, по-видимому, были первыми фотосинтетиками в эволюции жизни на Земле.

Хемоавтотрофы в процессах синтеза органического вещества используют энергию химических связей. К этой группе относятся только прокариоты: бактерии, археобактерии и отчасти синезеленые. Химическая энергия высвобождается в процессах окисления минеральных веществ.

Консументы. Живые вещества, не способные строить свое тело на базе использования неорганических веществ, требующие поступления органического вещества извне, в составе пищи, относятся к группе *гетеротрофных* организмов, живущих за счет продуктов, синтезированных фото- или хемосинтетиками. Пища, извлекаемая тем или иным способом из внешней среды, используется гетеротрофами на построение собственного тела и как источник энергии для различных форм жизнедеятельности. Таким образом, гетеротрофы используют энергию, запасенную автотрофами в виде химических связей синтезированных ими органических веществ.

*Редуценты*². К этой экологической категории относятся организмы-гетеротрофы, которые, используя в качестве пищи мертвое органическое вещество (трупы, фекалии, растительный опад и пр.), в процессе метаболизма разлагают его до неорганических составляющих.

Автотрофы служат пищей гетеротрофам. Животное поедает растение. Другое животное поедает его. Такая последовательность – пищевая цепь. Каждое ее звено – трофический уровень.

Первый трофический уровень – автотрофы (первичные продуценты растения, водоросли)

Второй трофический уровень – гетеротрофы (первичные консументы – травоядные животные: насекомые, птицы, рептилии, млекопитающие, например, копытные, грызуны, раки, фитопланктон, мидии, паразиты).

Третий трофический уровень – гетеротрофы растений (грибы) и вторичные консументы – хищники.

Различают пастбищные и детритные пищевые цепи.

Пастбищная цепь простирается от зеленых растений к консументам: растительноядным животным и затем к плотоядным животным (хищникам).

Детритная цепь начинается с мертвого органического вещества – детрита, которое разрушается детритофагами, поедаемыми мелкими хищниками, и заканчивается работой редуцентов, минерализующих органические остатки.

Пример пастбищной трофической цепи:

Нектар → муха, → паук → землеройка → сова;

Сок розового куста → тля → божья коровка → паук → птица воробей → хищная птица (ястреб);

Морские водоросли → береговая улитка → кулик;

Диатомовые (одноклеточные водоросли) → веслоногие (рачки) → сельдь.

Пример детритной трофической цепи:

Листовая подстилка → дождевой червь → черный дрозд → ястреб.

² От лат. *reducens* – возвращающий, восстанавливающий

Мертвое животное → личинки мух → травяная лягушка → уж.

Грибы выделяют целлюлазу, разлагают древесину, этими кусочками (детритом) питаются животные. Редуценты – грибы, бактерии-сапрофиты. Детритофаги – животные (дождевые черви, мокрицы, клещи, нематоды).

Реально пищевые цепи намного сложнее, т.к. животное может питаться организмами разных типов. Некоторые животные питаются другими животными и растениями, всеядные (человек, медведь).

Экологические пирамиды

Более удобно использовать пирамиды численности, биомасс, энергии.

Пирамиды численности неудобно использовать, т.к.:

1. Продуценты сильно размножаются по размерам (травы и дуб).
2. Диапазон численности широк, трудно соблюсти масштаб. Правда, можно использовать логарифмическую шкалу.

Пирамиды биомассы: масса организмов.

При отборе образца определяется биомасса на корню. Однако могут быть ошибки. Ведь биомасса на корню не содержит информации о скорости образования (продуктивности).

Пирамиды энергии наиболее удобны:

1. Отражает скорость образования биомассы. Каждая ступень пирамиды Э отражает. Количество энергии (на единицу площади или объема), прошедшей через определенный трофический уровень за определенный период.
2. При одинаковой биомассе 2 вида необязательно содержат одинаковое количество энергии.
3. Пирамиды энергии позволяют сравнивать не только различные экосистемы, но и относительную значимость популяции внутри системы. Например, почвенные бактерии при ничтожной массе (поток энергии сравнительно с моллюсками больше, чем у оленей и мышей).
4. К основанию можно добавить еще одну ступень – солнечную энергию. Но пирамиды энергии трудно получить.

7. Продуктивность экосистем

При отборе образцов в данный момент времени определяется так называемая биомасса на корню, или урожай на корню. Важно понимать, что эта величина не содержит никакой информации о скорости образования биомассы (продуктивности) или ее потребления; иначе могут возникнуть ошибки.

Энергия поступает в биотический компонент экосистемы первичных продуцентов. Скорость накопления энергии первичными продуцентами в форме органического вещества, которое может быть использовано в пищу, называется первичной продукцией. Это важный параметр, так как им определяется общий поток энергии через биотический компонент экосистемы, а значит, и количество (биомасса) живых организмов, которые могут существовать в экосистеме.

Скорость, с которой растения накапливают химическую энергию, называется валовой первичной продуктивностью (ВПП). Примерно 20% этой энергии расходуется растениями на дыхание и фотодыхание.

Скорость накопления органического вещества за вычетом этого расхода называется чистой первичной продуктивностью (ЧПП). Это энергия, которую могут использовать организмы следующих трофических уровней.

Количество органического вещества, накопленного гетеротрофными организмами, называется вторичной продукцией (на любом трофическом уровне).

Приведенное ниже словесное уравнение суммирует расход потребленной животным энергии:

Потребленная пища = Рост + Дыхание + (Фекалии + Экскреты)

$P = R + D + \Phi + \Xi$

$K = R/P$ – коэффициент использования пищи.

Энергия солнечного излучения:

- отражение – 30%

- прямое превращение в тепло – 46%

- испарение, осадки – 23%

- ветер, волны, течения – 0,2%

- фотосинтез – 0,8%.

За год на Земле образуется 100-150 млрд. т сухого органического вещества в результате фотосинтеза. Баланс CO_2 и O_2 за последние 60 млн лет образовался в результате преобладания в биосфере процессов синтеза над распадом.

Самые высокопродуктивные экосистемы в биосфере имеют продуктивность 2-3 кг/м²/год (

Биологический вакуум – открытый океан, пустыни.

В Башкирии:

1. Высокопродуктивные – липовые, дубовые леса, заросли рогоза, посадки кукурузы (1-2 кг/м²/год)

2. Умеренной биопродукции – посевы, березовые и сосновые леса, луга (0,25 – 1 кг/м²/год).

3. Низкая биопродукция – горные степи, пастбища (менее 0,25 кг/м²/год).

В каждом звене пищевой цепи часть энергии теряется. Отсюда очевидно, что длина пищевой цепи лимитируется размерами этих потерь.

Средняя эффективность переноса энергии от растений к травоядным животным составляет около 10%, а от животного к животному – около 20%. В целом травоядные менее эффективно усваивают пищу, чем хищники. Это связано с тем, что растения содержат большое количество целлюлозы, а часто и древесины (содержащей целлюлозу и лигнин), которые плохо перевариваются и поэтому не могут служить источником энергии для большинства травоядных.

Энергия, теряющаяся при дыхании, не передается другим организмам. Энергия же, заключенная в экскрементах и отходах метаболизма, передается детритофагам и редуцентам и, таким образом, не теряется для экосистемы. Детритные цепи начинаются с мертвых организмов и отмерших частей растений (опавших листьев, ветвей).

Трофические взаимодействия подчиняются

правилу 10%: с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой ее уровень в среднем не более 10% энергии.

«Закон однонаправленности потока энергии»: энергия, получаемая экосистемой и усваиваемая продуцентами, рассеивается или вместе с их биомассой необратимо передается консументам I, II и т.д. порядков, а затем редуцентам с падением потока на каждом из трофических уровнях в результате дыхания.

Правило 1 %: изменение энергетики природной среды в пределах одного процента выводит природную систему из равновесного состояния.

Экосфера – совокупность биомов. Совпадает с понятием биосфера.

Техносфера - техническая оболочка, искусственно преобразованное пространство планеты, находящееся под воздействием продуктов производственной деятельности человека.

8. Естественные и антропогенные экосистемы.

Естественные:

Озеро –

Антропогенные:

Урбоэкосистемы –

Агроэкосистемы –

Космический корабль –

9. Эволюция экосистем. Экологические сукцессии.

Экологические сукцессии – постепенное изменение экосистемы, развитие экосистемы, или последовательность сообществ, сменяющих друг друга на данной территории. Сукцессии, обусловленные внешними причинами – экзозоогенетические (аллогенные) и внутренними причинами – эндоэкогенетическими (автогенные).

Экзозоогенетические (аллогенные) сукцессии – в этом случае сукцессионные смены вызваны внешними, абиотическими причинами; возникают при различных воздействиях на биоценозы со стороны человека (мелиоративное осушение болот, загрязнение водоемов, выпас скота - рекреационные лесные виды: сныть, копытень, ясменник пахучий вытесняются мятликом, подорожником, затем – луговые, деревья не возобновляются, на смену лесным птицам приходят спутники человека, эвтрофикация). Проблема интродукции.

Эндоэкогенетические (внутренние) сукцессии вызываются в первую очередь изменением структуры и системы связей в существующих сообществах – зарастание скал, зарастание озер, обочин дорог, восстановление леса после вырубки или пожара.

(В.И.Сукачев): Начальный этап сукцессии – сингенез – первоначальное формирование растительного покрова.

Первичные и вторичные сукцессии.

Первичные сукцессии начинаются на субстрате, не измененном деятельностью живых организмов. Например, формирование скальных биоценозов или формирование фитоценоза на ледниковых отложениях.

Вторичные сукцессии имеют восстановительный, демутационный характер. Развиваются на субстрате, первоначально измененном деятельностью живых организмов. Восстановление вырубок, пожарищ. Вначале вейник, Иван-чай, затем – осины, березы, ивы, затем – хвойные.

Выпас: высокорослые растения сменяются низкорослыми, остаются полынь, чертополох, подорожник, одуванчик. В степях ковыль → типчак → низкая полынь австрийская.

По Клементсу, сукцессии проходят фазы:

- обнажения (появление незаселенного пространства);
- миграции (заселение пионерными формами жизни);
- эцезиса (колонизация и приспособление к конкретным условиям среды);
- соревнования (конкуренция с вытеснением ряда первичных вселенцев);
- реакции (обратное воздействие сообщества на биотоп и условия существования);
- стабилизации (формирование климаксного биоценоза).

Важный механизм стабилизации – конкурентные отношения.

Отношения между организмами в сукцессионных сериях могут быть трех категорий:

Модель облегчения или стимуляции – соответствует фазе эндозоогенетической сукцессии.

Ранние поселенцы своей деятельностью изменяют среду, делая ее доступной для следующей волны колонистов.

Модель толерантности – конкурентные отношения, происходит отбор более толерантных и конкурентоспособных видов. Смена видов основывается на их различии в стратегии потребления ресурсов. Поздние стадии более устойчивы.

Модель ингибирования – все виды сообщества способны одновременно колонизировать открывшееся местообитание, устойчивы к вторжению конкурентов, но более поздние вселенцы способны закрепиться только после выпадения предшественников.

Первые растения – пионерные сообщества. Сообщество – это совокупность взаимодействующих популяций, занимающих определенную территорию, живой компонент экосистемы. Полная сукцессия – серия.

Структура сообществ создается постепенно. Голая скала (вулканический остров), попадают водоросли, лишайники и образуют пионерные сообщества → Почва → мхи и папоротники → травы → кустарники (деревья, кустарники) → семенные растения. Завершающее сообщество – устойчивое, самовозобновляющееся, в равновесии со средой – климаксное сообщество. Климаксное сообщество имеет один доминант или несколько кодоминантных видов. Дубрава – дуб, бор – сосна, степь – ковыль и т.д., но доминант выделить можно не всегда (тропический лес, океан, саванна). *Доминанта* – это вид,

обладающий наибольшей совокупной биомассой, преобладающие по численности. *Виды-эдификаторы* – средообразующие, в пер. с лат. строители).

Теория сукцессии разработана в 1916 г. Клементсом. Им создана концепция моноклимакса (в данных климатических условиях может существовать только одно климаксическое сообщество). По Клементсу – основной фактор, определяющий состав климаксного сообщества – климат. Современная концепция – поликлимакса: климакс формируется под влиянием всех физических факторов, может доминировать одно или несколько (дренаж, почва, температура, топография, пожары).

Стабильность популяции нарушается из-за:

- а) чрезмерного добывания;
- б) разрушения мест обитания;
- в) вселения (интродукции) новых видов;
- г) загрязненности среды.

Эволюция биосферы

Экосистемы, как правило, эволюционируют в сторону усложнения структур организации.

Этапы

I. Добиотическая эволюция

1. Образование планет и атмосферы.
2. Абиотический круговорот веществ в атмосфере за счет ее остывания. Появляется гладкая вода, круговорот воды. Автокатализ – отбор и рост молекул.
3. Образование органических соединений в процентной конденсации и полимеризации *C, H, O, N*. Энергия ультрафиолетовых излучений Солнца, радиации, электрических разрядов.
4. Круговорот органических соединений. Усложнение органических соединений. Комплексы макромолекул. Молекулярные системы самовоспроизведения.

II. Биотическая эволюция

5. ~ 3,5 млрд. лет назад возникла жизнь. Структуризация белков и нуклеиновых кислот с участием биомембран ⇒ появление вирусоподобных тел, первичных клеток, способных к делению. Возникает биотический круговорот.
6. 2,5 млрд. лет назад – цианобактерии. В результате фотосинтеза стал накапливаться O_2 . Появились эукариоты благодаря O_2 . Появление многоклеточных организмов.
7. Увеличение биоразнообразия. Заняты все экологические ниши. Сформировалась средообразующая функция экосферы и биологический контроль гомеостаза.
8. ~ 2 млн. лет назад появление человека – лидера эволюции. Человеческое общество. Формирование техносферы и ноосферы. Антропогенный экологический кризис.

9. Различают микро- и макроэволюцию. Микроэволюция – на уровне популяций и рас. Отбор мелких изменений организма.

Макроэволюция – эволюционные процессы надвидового уровня. Вспышка видообразований. Возникновение точек бифуркаций. Новые формы организмов. Главный критерий эволюции: закрепление эволюционных изменений видов происходит тогда, когда они способствуют лучшему размножению этих видов.

Закон необратимости эволюции: эволюция необратима. Организмы, виды не могут вернуться к прежнему состоянию.

Закон ненаследуемости приобретенных признаков: никакие биологические изменения в строении и функциях, приобретенных в течение жизни, их потомкам не передаются.

Правило прерывистого равновесия: эволюция не монотонный процесс, а состоит из длительных периодов микроэволюционных процессов и скачкообразных макроэволюционных изменений.

Правило ускорения эволюции: с ростом сложности организации биосистем продолжительность существования вида в среднем сокращается, а темпы эволюции возрастают.

ЛЕКЦИЯ 3

Экологические факторы

1. Экологические факторы.
2. Понятие о лимитирующем факторе. Закон минимума Либиха. Правило о лимитирующем влиянии максимума Шелфорда.
3. Комплексное воздействие факторов

1. Экологические факторы. Факторы среды

Среда обитания – это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует.

Среда изменчива, многообразна. Организмы приспосабливаются к меняющемуся миру, регулируют свою жизнедеятельность. Приспособление организмов к среде называется адаптацией. Отдельные свойства или части среды, воздействующие на организмы, называются экологическими факторами. Экологические факторы разделяются на абиотические, биотические, антропогенные.

Абиотические факторы – температура, свет, давление, влажность, солевой состав воды, радиоактивное излучение, рельеф местности – это свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы.

Биотические факторы – формы воздействия живых существ друг на друга.

Антропогенные факторы – все формы деятельности человеческого общества, которые приводят к изменению природы как среды обитания других видов или непосредственно сказываются на их жизни.

2. Понятие о лимитирующем факторе

Существование любого организма зависит от определенных условий. Но это не значит, что чем больше тепла или пищи, тем лучше для организма.

В 1840 г. немец химик Юстус Либих установил, что урожай культур ограничивается (лимитируется) теми элементами, которых мало. Выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи экологических потребностей. В изобилии H_2O и CO_2 , а содержание Fe , Zn , Mo мало, потребность в них невелика, рост растений продолжается, пока не израсходуется запас Zn . Zn – лимитирующий фактор.

Закон минимума Либиха:

Рост и развитие организма зависят от тех факторов природной среды, значение которых приближается к экологическому минимуму.

Другая трактовка закона Либиха: выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей – жизненные возможности лимитируются экологическими факторами, количество и качество которых близко к необходимости организму *min*.

Ограничения закона минимума:

- закон Либиха строго применим только в условиях стационарного состояния системы;
- организм в определенной мере способен заменить дефицитное вещество или фактор иным функционально близким веществом или фактором.

Ограничивать развитие живых организмов могут не только те экологические факторы, которых минимум, но и максимальные, т.е. избыток факторов (тепло, вода, свет).

Закон толерантности (максимума) В.Э.Шелфорда (1913г.): присутствие организма в данном местообитании зависит от комплекса экологических факторов. *Lim* фактором может

быть *min* и *max* экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности). Смысл: плохо и недокормить и перекормить.

Применение закона *max* важно при оценке успешности культивирования растений, выращивания сельскохозяйственных животных, оценке возможности акклиматизации диких видов. Например, избыток воды вреден, вода как загрязнитель окружающей среды (засушливый год, сырой год).

Диапазон экологического фактора между минимумом и максимумом – предел толерантности.

Диапазон любого экологического фактора, наиболее благоприятный для жизнедеятельности, называется экологическим оптимумом. Значения фактора, лежащие в зоне угнетения, называются экологическим пессимумом. Свойство организмов адаптироваться к существованию в том или ином диапазоне экологического фактора называется экологической пластичностью.

Организмы, способные существовать лишь в узких пределах условий внешней среды – *стеноэки*. Организмы, которые приспосабливаются к более изменчивым условиям, *эвриэки*.

Экологическая валентность – способность заселять разнообразные среды.

Сумма экологических валентностей - экологический спектр.

Экологическая валентность – способность заселять разнообразные среды.

Сумма экологических валентностей - экологический спектр.

Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам широко распространены в природе и часто бывают космополитами, например, патогенные микроорганизмы.

Организмы могут иметь широкий диапазон в отношении одного фактора и узкий диапазон относительно другого. Например, люди более выносливы к отсутствию пищи, чем к отсутствию воды.

Если условия по одному из экологических факторов становятся неоптимальными, то может измениться и предел толерантности по другим факторам. Например, при недостатке азота требуется больше воды.

Наблюдаемые в природе реальные пределы толерантности меньше потенциальных возможностей организма адаптироваться к данному фактору. Пределы толерантности к физическим условиям среды могут сужаться биотическими отношениями (конкуренция, отсутствие опылителей, хищники).

Пределы толерантности у размножающихся особей и потомства меньше, чем у взрослых особей, т.е. самки в период размножения и их потомство менее выносливы, чем взрослые организмы. Так, географическое распределение промысловых птиц чаще определяется влиянием климата на яйцо и птенцов, а не на взрослых птиц.

Экстремальные значения одного из факторов ведут к снижению предела толерантности по другим факторам. Если в реку сбрасывается нагретая вода, то рыбы и другие организмы тратят почти всю свою энергию на преодоление стресса. Психологический стресс может вызвать многие соматические заболевания и у человека и у животных.

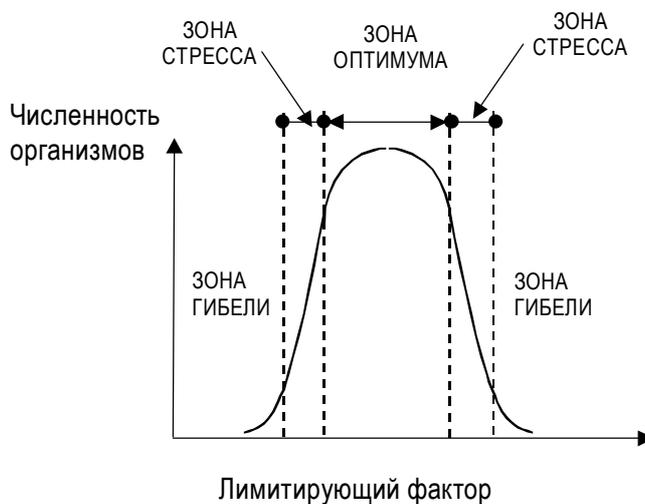


Рис.1

Организмы способны менять толерантность к отдельным факторам, если условия меняются постепенно (закаливание). Неожиданное, без предупреждающих сигналов, даже небольшое изменение может оказаться критическим – наступает пороговый эффект.

Комплексное воздействие факторов

Экологический оптимум – это наиболее благоприятное сочетание всех факторов в оптимальном выражении.

Пессимум ареала (пессимальные стадии) – территория с наименее удачным сочетанием факторов.

Совместное влияние факторов смещает экологический оптимум. Например, при отсутствии кадмия минимальная смертность личинок крабов наблюдается в интервале температур от 20 до 28°C и солености от 24 до 34 ‰. Если в воду добавить кадмий, то экологический оптимум смещается: температура в интервале 13-26°C, солености от 25 до 29 ‰. Изменяются и пределы толерантности.

Влажность воздуха и температура – взаимодействие этих двух факторов формируют два основных типа климата: морской и континентальный. Водоемы смягчают климат суши, так как вода обладает высокими удельной теплотой плавления и теплоемкостью. Морскому климату свойственны менее резкие колебания температуры и влажности, чем континентальному. В сухом воздухе воздействие высоких температур переносится легко, а высокая влажность понижает приспособительные механизмы (из-за ограничения испарения).

Коэффициент суровости:

$$S = (1 - 0,004 t) (1 + 0,272 V);$$

S – суровость погоды в баллах;

T – температура воздуха;

V – скорость ветра, м/с.

Популяционная экология

1. Внутривидовые экологические факторы.
 - 1.1. Демографические факторы. Кривые роста. Кривые выживания. r и k – зависимости.
 - 1.2. Этологические факторы.
2. Межвидовые взаимодействия: нейтрализм, аменсализм, комменсализм, конкуренция, жертва – хищник, мутуализм.

1. Внутривидовые биотические факторы

Факторы, действующие в популяции – демографические. У животных с развитой психикой действуют факторы поведения – этологические факторы. Демографические и этологические факторы составляют вместе *внутривидовые биотические факторы*, действующие внутри вида или в популяциях. Поведенческие факторы играют также определенную роль в отношениях между разными видами. Надо иметь в виду также, что абиотические факторы действуют как на популяции, так и на отдельные особи.

Демография изучает только народонаселение, свойства же популяций составляют предмет интенсивно разрабатываемого сейчас учения о популяции.

Популяция – совокупность особей одного вида, в течение большого числа поколений населяющих общую территорию и находящихся во взаимодействии между собою. Осуществляется пагемексия (свободный обмен генетической информацией).

1.1. Демографические факторы

1. Выживание.
2. Рост.
3. Стратегии популяций.

Демографические показатели:

- Численность- общее количество особей на выделяемой территории;
- обилие вида – число особей на единицу площади или объема
- частота встречаемости – равномерность или неравномерность распределения вида
- степень доминирования – отражает отношение числа особей данного вида к общему числу всех особей;
- прирост популяции – разница между рождаемостью и смертностью;
- темп роста – средний прирост за единицу времени;
- Выживаемость
- Смертность – количество погибших в популяции за единицу времени;
- Рождаемость – число особей, родившихся за единицу времени;

- Плотность популяции – среднее число особей на единицу площади или объема занимаемого пространства.

Структура популяции

- 1) половая – соотношение полов в популяции;
- 2) возрастная – соотношение особей по возрастным группам (пререпродуктивная, репродуктивная, пострепродуктивная). Различают три типа возрастных пирамид: - растущая (высокий уровень молодых), - стабильная (умеренное соотношение молодых и старых), - уменьшающаяся (низкий процент молодых).
- 3) Пространственная – распределение особей на территории. Типы распределения: - случайное, диффузное; - равномерное; - групповое. По типу использования пространства: оседлые и кочевые. Оседлые животные используют ограниченный участок среды, отличаются инстинктом привязанности, при вынужденном переселении – стремлением вернуться (хотинг - от англ. home), например, голуби, скворцы. Оседлый образ имеет недостаток – зависимость от ресурса, с течением времени происходит истощение ресурса. Характерно территориальное поведение, закрепление территорий: - охраной границ и прямой агрессией; - ритуальным поведением, демонстрацией угрозы; - системой сигналов и меток (пение, метка мочой, пахучим секретом, калом, царапины на деревьях). Территориальное поведение меняется сезонно, регулируется гормонально: в период размножения – индивидуальный, в остальное время – групповой. Размер территории закреплен наследственно; если территория меньше необходимого размера, самка не будет спариваться. Преимущества кочевого образа жизни в независимости от кормов, но вероятность гибели от хищника больше. Поэтому кочевой образ свойственен группам (стада, стаи).
- 4) Этологическая – система взаимоотношений между членами одной популяции.

Кривые выживания

$$\text{Выживаемость} = \frac{\text{число выживших}}{\text{численность исходной популяции}} \cdot 100$$

рисунок

А: старение – главный фактор, влияющий на смерть.

Пример: 1) развитые страны с высоким уровнем медицинского обслуживания, рациональным питанием; 2) однолетние культурные травы – пшеница.

Б: для популяций с высокой смертностью в ранний период жизни (горные овцы, люди в стране, где голод и болезни).

В: смерть постоянна в течение всей жизни (50% за единицу времени). Главный фактор смерти – случай. Характерна для гидры, беспозвоночных, растений. Получена впервые для «популяции» стеклянных стаканов в кафе.

Кривые роста

рисунок

Экспоненциальная кривая, j -кривая : рост бактерий после высева на свежую среду.

Экспоненциальная кривая → в S - кривую (снижение пищевых ресурсов, накопление токсических отходов метаболизма).

S – форма: скорость роста зависит от плотности популяции. С увеличением плотности V до 0, кривая выходит на плато. При «0» росте популяция стабильна, т.е. ее размеры не меняются (V размножения уравновешена смертностью). S кривая характерна для одноклеточных, многоклеточных водорослей в культуральной среде, фитопланктона озер и океанов весной, насекомых (с обильным запасом пищи без хищников).

Кривая «бум и крах». Не зависит от плотности. Крах – по тем же причинам, например, истощение ресурсов. Но в случае S кривой оно заблаговременно оказало регулирующее влияние:

$$j - \text{рост} \\ \frac{dN}{dt} = r \cdot N,$$

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

N – число особей;

t – время;

r – врожденная скорость роста;

$r \sim \max$ скорости размножения;

K – *max* число организмов, которое может поддерживаться в данных условиях среды;

K – поддерживающая емкость среды.

Стратегии популяций – это способы реагирования организмов на изменение экологических условий.

r – виды: быстро размножаются, высокое значение r . Это «оппортунистические» виды, – типичные пионерные виды нарушения местообитаний. V размножения не зависит от плотности популяции. Вид неустойчив. Расселяется широко, мигрирует. Размножение – с большими затратами вещества, энергии. Малые размеры особей, малая продолжительность жизни. Селится на открытом грунте. Местообитание не долго сохраняется (фрукты для дрозофилл). Слабо развиты приспособительные, защитные механизмы. Слабые конкуренты, не становятся доминантами. Лучше приспособлены к изменениям среды. Это: бактерии, парамеции, тли, однолетние растения.

K – виды – низкое значение r . Характерна для поздних стадий сукцессий. Размножаются медленно. Скорость размножения зависит от плотности популяции. Родители заботятся о потомстве. Размеры популяции близки к равновесному. Вид устойчив. Расселяются медленно. Крупные размеры. Большая продолжительность жизни. Местообитание устойчиво, сохраняется долго. Сильные конкуренты. Хорошие защитные механизмы. Могут становиться доминантами. Высокая специализация для жизни, менее устойчивы к изменениям условий среды. Это: человек, деревья, кондор, альбатрос, крупные тропические бабочки.

Другие виды стратегий:

Маклиод (80-е годы XIX в) разделил все растения на «пролетариев», которые выживают благодаря большому количеству семян и не имеют многолетних тканей, и «капиталистов», которые имеют невысокую семенную продуктивность и затрачивают основную массу продуктов фотосинтеза на накопление «капитала» многолетних тканей. «Пролетарии» – однолетние травы, «капиталисты» – деревья.

Р.Макартур и Е.Уилсон выделили аналогичные типы стратегий для животных. Животные-«пролетарии» отличаются большой плодовитостью, но небольшой массой тела (кролики, муравьи, тля, воробьи). Животные-«капиталисты» – крупные и имеют невысокую плодовитость (рысь, буйвол, орел).

В 30-е годы XX в. российский эколог Л.Г Раменский выделил три стратегии поведения организмов:

Виоленты (львы) – распространены в стабильных условиях среды, богатой ресурсами. Они отличаются высокой конкурентной способностью, но плохо приспособляются к засухе, засолению, затенению и и могут погибнуть при ухудшении условий. Виоленты – дуб, кедр.

Патиенты (верблюды) – способны произрастать в неблагоприятных условиях (при остром дефиците воды, на кислых или засоленных почвах, при низких температурах), имеют специальные приспособления. Клюква, багульник, одуванчик, подорожник.

Эксплеренты (шакалы) – приспособлены к быстрому усвоению обильных ресурсов при слабой конкуренции. Это однолетние и малолетние растения рудеральных (мусорных) сообществ нарушенных местообитаний, где не могут обитать виоленты. Они играют роль «ремонтной» бригады, т.к. быстро покрывают обнажившуюся почву. Но эксплеренты-сорняки могут снижать урожай на полях и поэтому их плотность контролируется человеком.

1.2. Этологические факторы

1. Факторы, связанные с полом:
 - брачные церемонии, забота о потомстве;
 - территориальность (размеры);
2. агрессивность (иерархии – стада с вожаком, групповой эффект).
3. Конкуренция.

Колебания и регуляция численности

1. Территориальное поведение – закрепление территорий (пение, визуальная демонстрация). Конкурент отступает с ритуальной дракой.

Перенаселенность – когда плотность популяции достигает критической величины, плодовитость резко падает.

2. Межвидовые биотические факторы

Основная экологическая роль пищевых связей в сообществе:

- 1) последовательно питаясь друг другом, живые организмы создают условия для круговорота веществ;
- 2) взаимная регуляция численности.

Межвидовые взаимодействия

1. Отрицательные
 - конкуренция;
 - паразитизм;
 - хищничество.
2. Антибиоз:
 - Аменсализм, аллелопатели (антибиотики, фитонциды);
3. Положительные межвидовые взаимодействия
 - симбиоз (мутуализм), комменсализм;
 - межвидовая взаимопомощь.

2.1. Отрицательные межвидовые взаимодействия

1) Конкуренция (- -) – один из главных механизмов регулирования численности в природе. Всегда есть взаимное угнетающее действие одних организмов на другие при совпадении экологических ниш и ограниченной

емкости среды (овцы и кролики в Австралии, медуза гребневик в Черном море, водный гиацинт);

Конкуренция или интерференция – любое взаимно отрицательное отношение между видами. Ее частными случаями являются:

- конкуренция;
- аллелопатическое ингибирование (соперничество);
 - борьба между представителями разных видов – агрессия.

Помимо вертикальных пищевых цепей возникают боковые, объединяющие потоки вещества и энергии нескольких пищевых цепей. Такое дублирование поддерживает непрерывность круговорота при различных нарушениях (исчезновение отдельных видов). Отсюда – важность биоразнообразия.

Горизонтальные связи, как правило, вызывают конкуренцию за общий объект питания. Но сильная пищевая конкуренция невыгодна биоценозу.

Объем конкуренции: число видов пищи, общих для конкурентов. Ослабление конкуренции здесь может идти через расширение пищевого спектра конкурирующих видов. Наиболее эффективный путь – специализация в питании.

Напряженность конкуренции: соотношение потребности в данном виде корма для видов-конкурентов и ее обилие в природе. Пример, бобр, ондатра, водяная полевка питаются тростником и осокой. Этих растений очень много, большая биомасса. Практически нет конкуренции.

Соотношение объема и напряженности определяет силу конкуренции.

Взаимодействие между организмами внутри сообщества:

Большое разнообразие живых организмов предполагает сложные взаимодействия между ними. Например, в тропическом лесу. Все доступные экологические ниши заполняются, может возникнуть конкуренция (шимпанзе и низшие обезьяны – на одном трофическом уровне). Шансы на то, что какой-либо вид животного закрепится в данной области, зависит от: вероятности миграции его в данный район, наличие природной пищи, способности отыскать пищу, защитить ее от конкурентов.

Чем больше специализирован вид для данной ниши, тем меньше конкурентов.

Типы разделения ресурсов:

1. Специализация морфологии (например, форма клюва для ловли мух, раскалывания орехов (клесты), долбления отверстий (дятел), разрываний мяса.
2. Вертикальное разделение (обитатели полога и лесной подстилки, ярусы леса.
3. Горизонтальное разделение.

Принцип конкурентного исключения Гаузе:

Два вида не могут устойчиво существовать в ограниченном пространстве, если рост численности обоих лимитирован одним жизненно важным ресурсом.

Принцип сосуществования (парадокс Дж. Хатчинсона):

Два вида могут сосуществовать в одной экологической нише, и, если близкие виды вынуждены использовать одни и те же ресурсы, то естественный отбор может благоприятствовать их сосуществованию, они способны эволюционировать в одном направлении.

Принцип играет важную роль при дублировании в экосистемах. Короеды – нематоды, личинки майских жуков. Сокоеды растений – тля, клопы.

Экологическое дублирование

2) Паразитизм

- эктопаразиты и эндопаразиты;
- облигатные (внутренние паразиты, вши) и факультатив (клещи, комары);
- постоянные и временные, периодические (личинки планарии (бычий цепень мирацидий внедряется в тело улитки; затем – ре дни в печени улитки; церкарии – в окружающей среде, на растениях → с травой в овцу → вылупляются метацеркарии).

У хозяина формируется пассивная или активная защита.

Пассивная защита – у растений, выделение смолы или галлообразование. У животных – инкапсулирование. Галлы и капсулы изолируют паразита. Листовой опад.

Активная защита – иммунитет. Выделение токсинов, ядовитой слизи. Фагоцитозная активность. Антитела, антитоксины, агглютинины.

3) Жертва-хищник (эксплуататор) – отношения между видами, когда увеличение (уменьшение) плотности популяции первого (жертвы) влечет за собой увеличение (или уменьшение) скорости роста II-го (эксплуататора).

Стратегии: а) ловят – охотничье поведение; б) собирательство – если размеры жертв малы и их много; в) пастьба – поедание неподвижного корма.

Примеры: 1) растения и травоядные;

2) жертвы и хищники;

3) хозяин и паразит.

При увеличении (уменьшении) плотности второго (эксплуататора) вызывает уменьшение (увеличение) скорости роста популяции жертвы.

Система Лотки – Вольтерра

Законы системы хищник – жертва

1. Процесс уничтожения жертвы хищником приводит к периодическим колебаниям численности популяции обоих видов, зависящим только от скорости роста популяций хищника и жертвы и от исходящего соотношения их численности.
2. Средняя численность популяции для каждого вида постоянна независимо от начального уровня при условии, что специфические скорости увеличения численности популяций, а также эффективность хищничества постоянна.
3. При аналогичном нарушении популяций хищника и жертвы средняя численность популяции жертвы растет, а популяции хищника – падает.

2.2. Аменсанизм, аллелопатия (частный случай) выделение антибиотиков, фитонцидов, цветение воды (выделение токсинов). Аменсализм – межвидовые отношения самой различной природы, проявление в том, что один из видов взаимодействующей пары в биоценозе оказывает отрицательное воздействие на рост другого, хотя сам не испытывает существенного влияния с его стороны. Например, аллелопатическое воздействие I-го вида на II-ой посредством выделения в окружающее пространство специфических органических ингибиторов (фунгициды, бактерициды, антибиотики), которые тормозят рост других растений и м/о. Например: аменсал – растение, рост которого подавляется токсикантами, выделяющими м/о – маразминами.

Цветение воды: поступление в воду токсинов, выделяемых планктоном, приводит к гибели водных животных.

Муравей-листорез выращивает в своих гнездах грибы, используемые в пищу, железы муравья вырабатываются фенилуксусная кислота и миоминин, которые препятствуют росту бактерий и спор грибов, непригодных для еды.

2.3. Положительные межвидовые взаимодействия

1) Симбиоз или мутуализм.

Мутуализм – взаимно положительное сожительство: лишайники (сожительство грибов и водорослей); муравьи и тля; бобовые и азотфиксирующие бактерии; корова и микроорганизмы; микориза (сожительство грибов и корней высших растений); рак-отшельник и актиния.

2) Комменсализм – одностороннее благоприятствование. Например, квартирование одних организмов на других (при отсутствии пищевой связи). Например: гриф-падальщик, шакал и лев, рыба-прилипала и рыба-лоцман и акула. Синантропные популяции грызунов, городские птицы. Комменсализм – I вид «хозяин» положительного воздействия на II из «комменсал», но комменсал никак не влияет на хозяина. Это может быть питание остатками пищи хозяина, его экскрементами или прижизненными выделениями; предоставление жилища, укрытия, хозяин может способствовать распространению и размножению.

У льва – комменсалы гиены, шакалы, птицы-падальщики, которые питаются объедками льва. Микроорганизмы, обитающие в пищеварительном тракте животных.

Облигатные и факультативные комменсалы.

Квартиранство (синойкия)

Форезия – прикрепление малоподвижных форм к подвижным.

2.4. Нейтрализм – популяции двух видов (*I*-го и *j*-го) связаны отношением нейтрализма, если они не оказывают непосредственного воздействия друг на друга. Однако косвенные влияния друг на друга могут быть существенны.

аттрактанты, репелленты, феромоны

ЛЕКЦИЯ № 5

Факторы окружающей среды и живые организмы. Адаптация к среде обитания

1. Механизмы адаптации
2. Влияние температуры.
3. Влияние воды и минеральных солей.
4. Влияние O_2 .
5. Влияние света. Фотопериодизм. Циркадные ритмы.

1. Механизмы адаптация живых организмов к среде обитания

Поддержание устойчивого обмена веществ при колебании условий внешней среды невозможно без специальных адаптаций.

Типы адаптаций:

Пассивная адаптация – (по принципу толерантности или выносливости) – подчинение ухудшению внешних условий, жизнедеятельность замедляется или прекращается, но сохраняется способность восстановить экологическую потенцию при возвращении благоприятных условий. Пассивная адаптация присуща растениям и низшим животным, это пойкилоосмотические или пойкилотермные животные.

Активная адаптация – (по принципу резистентности или устойчивости) – при изменении внешних условий внутренняя среда живых организмов остается постоянной –поддерживается гомеостаз внутренней среды. Активная адаптация присуща млекопитающим, птицам, это гомойоосмотические или гомойотермные животные.

Механизмы адаптации:

- морфологическая (структурная организация организма в ответ на внешнее воздействие);
- физиологическая адаптация (функциональный ответ);
- этологические адаптации (приспособительные формы поведения).

Примеры адаптации:

- 1) разные адаптации при решении одной экологической задачи: термоизоляция и медведей и песцов – густой мех, у китов – подкожный жир.
- 2) Пассивная защита: высокая плодовитость; покровительственная (пигментация бабочек березовых пядениц на закопченных деревьях) или отпугивающая окраска, мимикрия (сходство беззащитного и съедобного вида с представителями несъедобного вида); твердые покровы – защитные образования типа панцирей;
- 3) Сложная адаптация:
 - насекомоядные растения: росянка, венерина мухоловка;

- развитие глаза как органа зрения: у одноклеточных - светочувствительное пятно с пигментом; у планарии - чашевидные углубления с родопсином; у членистоногих – фасеточные глаза; у кальмаров, осьминогов – глазной пузырь с жидкостью и подвижным хрусталиком - линзой (как у человека).

Пути происхождения адаптаций.

1) Преадаптация – наличие структур, которые возможно расширить. Мутации и скрещивания приводят к накоплению скрытого резерва наследственной изменчивости. Нередко используются прежние особенности организма, возникшие в иных условиях. Например, наличие шва в черепе млекопитающих облегчает роды.

Биологическая целесообразность

Бактерии, устойчивые к антибиотикам, не появляются в результате эволюции. Среди обычных микроорганизмов изначально присутствуют организмы, генетически устойчивые к антибиотикам. У насекомых есть формы, устойчивые к яду. У людей: некоторые устойчивы к радиации. На Севере: среди приезжих есть люди, лучше переносящие неблагоприятные условия. У них есть сходные с коренным населением гены.

2) Комбинативный путь – взаимодействие новых мутаций друг с другом и с генотипом в целом. При этом может быть усиление (комплиментация) или подавление (эпистаз) его выражения в фенотипе.

3) Постадаптивный путь – новые адаптации возникают посредством использования ранее существовавших структур в случае смены их функций.

Направление эволюции живых организмов (разработана акад. А.Н.Северцовым):

1. Аллогенез – развитие группы внутри одной адаптивной зоны с возникновением близких форм, различающихся адаптациями одного масштаба. Аллогенез может быть на уровне рода, семейства, отряда. При аллогенезе развивается специализация к определенным условиям внутри адаптивной зоны. Идиоадаптация – приспособление к специальным условиям среды, полезное в борьбе за существование, но не изменяющее уровень организации. Например: колючки у кактуса. Аллогенез в отряде насекомых: земные формы – еж, подземные – крот, земноводные – выхухоль.

2. Ароморфоз – развитие группы с существенным расширением адаптивной зоны и с выходом в другие природные зоны в результате приобретения крупных, ранее отсутствующих приспособлений. Ароморфоз – усложнение организации строения и функции, имеющее общее значение для организма. Например, возникновение птиц. Триасовые динозавры → птицы (крыло, четырехкамерное сердце, полые кости). Или – высшие растения (проводящая сосудистая система, эпидермы, устьица, семячатонок). Внутренний скелет позвоночных, наружный – членистоногих. Гемоглобин.

Эволюция может идти не только в сторону усложнения, прогресса, но и дегенерации – регресса. Например, паразиты. Образ жизни приводит к утрате некоторых органов, структур.

2. Влияние температуры на живые организмы

Температура в биосфере колеблется от +50°C до –50°C.

Виды, предпочитающие холод, относятся к экологической группе *криофилов*. Они могут сохранять активность при температуре до –8, –10°C. Это бактерии, грибы, черви, моллюски, рыбы и другие, живущие в арктической и антарктической областях. Виды, живущие в области высоких температур, относятся к группе *термофилов*. Это микроорганизмы, нематоды, клещи, личинки насекомых, живущие в аридных областях, в горячих источниках, на склонах вулканов.

По правилу Вант-Гоффа повышение температуры ведет к пропорциональному возрастанию скорости реакции для всех химических реакций. Но в живых организмах химические процессы идут с участием ферментов, активность которых зависит также от температуры. Возникает сложная, непропорциональная зависимость.

Величина температурного ускорения химических реакций выражают коэффициентом Q_{10} , которая показывает во сколько раз возрастает скорость реакции при повышении температуры на 10 °C :

$$Q_{10} = K_{t+10}/K_t;$$

где K_t – скорость реакции при температуре t ; K_{t+10} – скорость реакции при температуре $t+10$. Q_{10} для большинства химических реакций = 2-3.

Для ферментных реакций зависимость нелинейная.

Температурный порог жизни (теоретически): верхний – температура свертывания белка (60°C); нижний – температура замерзания воды (0°C). При 0°C образуются кристаллы льда, которые механически повреждают ткани.

Обезвоживание увеличивает этот порог (споры, семена). У сложных организмов тепловая гибель наступает при более низких температурах: 42 – 43 °C, причиной является рассогласование обменных процессов, т.к. Q_{10} разное для разных реакций в организме. При слабом охлаждении – возникает нарушение деятельности сердца, ритм сокращений изменяется. В почках млекопитающих канальцевая реабсорбция затормаживается при температуре 20-23 °C. Условные рефлексы собаки угасают при температуре 30-27 °C. Морозоустойчивые растения выдерживают низкие температуры, т.к. происходит сезонная перестройка ультраструктуры клеток, они обезвоживаются.

По принципиальным особенностям теплообмена различают пойкилотермные и гомойотермные организмы.

Пойкилотермные (изменчивый, меняющийся) – холоднокровные, все, кроме птиц и млекопитающих. Температура тела неустойчива, зависит от температуры окружающей среды. Низкий уровень метаболизма, главный источник тепла – внешнее тепло.

При изменении температуры меняются также скорость обменных процессов. У растений поглощение воды корнями уменьшается на 60-70% при понижении температуры от 20 до 0 °C. У животных и у растений повышение

температуры вызывает усиление дыхания. От температуры зависит продолжительность развития. Для осуществления генетической программы развития пойкилотермным организмам необходимо получить извне определенное количество тепла. Это тепло измеряется суммой эффективных температур.

Эффективными температурами называют температуру выше того минимального значения, при котором процессы развития вообще возможны; эту пороговую величину называют биологическим нулем.

Семена растений обладают низким порогом развития (0 - + 1°C), икра щук 2-25°C.

Сумму эффективных температур рассчитывают по формуле:

$$\Sigma T_{\text{эф}} = (T - C) \cdot n,$$

где T – температура окружающей среды, C – температурный порог развития, n – число часов или дней с температурой, превышающей порог развития.

Знание суммы эффективных температур важно для прогнозов урожая, сроков вылета вредителей и т.д. Например, под Санкт-Петербургом, для зацветания мать-и-мачехи $\Sigma T_{\text{эф}}=77^{\circ}\text{C}$, земляники - $\Sigma T_{\text{эф}}=500^{\circ}\text{C}$, желтой акации - $\Sigma T_{\text{эф}}=700^{\circ}\text{C}$. Яблоневая плодовая жорка в северной Украине при $\Sigma T_{\text{эф}}=930^{\circ}\text{C}$ дает одно поколение, а на юге, где $\Sigma T_{\text{эф}}=1870^{\circ}\text{C}$ возможны две-три генерации за лето.

За границами диапазона температур, при которых сохраняется активная жизнедеятельность, пойкилотермические организмы переходят в состояние оцепенения, понижается уровень обменных процессов. В пассивном состоянии *диапаузы* они могут переносить сильное повышение и понижение температуры долго без патологических последствий.

Основой температурной толерантности является тканевая устойчивость, ПО и сильное обезвоживание.

Температурные адаптации растений

Высшие растения умеренных поясов эвритермны. Растения дождевых тропических лесов и криофильные зеленые и диатомовые водоросли в полярных льдах и на снежных полях высокогорий стенотермны. Растения тропических лесов погибают при температуре +5 ... +8°C, а в сибирской тайге выдерживают полное промерзание (- 50 °C).

Основные пути адаптации к изменениям температур у растений – физиологические, морфологические перестройки.

По степени адаптации к холоду выделяют 3 группы:

- 1) нехолодостойкие растения – повреждаются и гибнут при температурах близких к 0°C и выше. Это тропические леса, водоросли теплых морей, некоторые грибы.
- 2) неморозостойкие растения – переносят низкие температуры, но гибнут при образовании льда. Это субтропические растения.
- 3) Льдо- или морозоустойчивые растения – произрастают в местах с холодными зимами. Растения подготавливаются к холодной зиме: обезвоживание, накапливание криопротекторов – сахаров, аминокислот и др.

По степени адаптации к высоким температурам:

- 1) нежаростойкие – повреждаются при температуре $+30^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$. Это эукариотические водоросли, водные цветковые, наземные мезофиты.
- 2) Жаростойкие эукариоты – растения сухих местообитаний с сильной инсоляцией (степей, пустынь, саванн), переносят нагревание до $+50^{\circ}\text{C}$ до 30 минут.
- 3) Жароустойчивые прокариоты – термофильные бактерии и некоторые сине-зеленые водоросли, живут в горячих источниках при температуре $+85 \dots +90^{\circ}\text{C}$.
- 4) Пирофиты – устойчивые к пожарам. Растения саванн, чапарраля, имеют толстую корку, пропитанную огнеупорными веществами.

Общая адаптация при повышении температуры: охлаждение при испарении влаги - транспирация влаги через устьица, вертикальное расположение листьев к солнцу, глазная отражающая листовая поверхность.

Температурные адаптации животных

Цикл развития большинства наземных животных умеренного пояса приспособлен к существованию холодных зим. В это время они пребывают в неактивном состоянии. В первую очередь это относится к насекомым, численно преобладающим в фауне всех континентов. Зимнее время они переживают, находясь в неподвижном состоянии, остановившись в развитии, часто потеряв много воды. Диапауза может наступать у разных видов на разных стадиях развития – яйца, личинки, куколки и даже на стадии взрослой фазы. Аналогичные формы сопротивления неблагоприятным условиям свойственны большинству беспозвоночных. Даже рыбы и амфибии могут проводить зиму в неподвижном состоянии, зарывшись в ил. Сходные явления наблюдаются в условиях тропического климата, с той лишь разницей, что животные проводят в состоянии замедленной жизни самое жаркое время года, которое обычно совпадает и с наибольшей сухостью. Эстивация, или летняя спячка, широко распространенная среди насекомых и рыб. Некоторые из них из-за высыхания естественной среды обитания попадают как бы в «ловушку». Многие тропические дождевые черви в сухое время года также впадают в эстивацию. Высыхание почвы для них не только неблагоприятно, но часто оказывается губельным.

Переход в состояние оцепенения – адаптивная реакция: почти не функционирующий организм не подвергается повреждающим воздействием, не расходует энергию, что позволяет выжить при неблагоприятных условиях. При переходе в состояние оцепенения в организме происходят физиологические и биохимические изменения поэтапно, медленно.

Антарктические рыбы чувствительны к повышению температуры (погибают при $+6^{\circ}\text{C}$), в тканях накапливаются биологический антифриз – гликопротеиды, которые понижают температуру замерзания воды в тканях. У растений накапливаются перед зимой сахара, АК, связывающие воду. Понижается

вязкость протоплазмы и содержание H_2O . Это ведет к понижению температуры и замерзанию жидкости в клетках.

У насекомых накапливается глицерин в гемолимфе и тканях, что понижает точку переохлаждения до $-27...-39$ °С. Кристаллизация в клетках начинается лишь при -60 °С.

Антифризы: глицерин, моносахара, белки, гликоген (криопротекторы).

Обезвоживание: обезвоживание коловратки до -190 °С.

Терморегуляция: при понижении температуры: за счет мускульной активности (летающие насекомые, змея вокруг кладки яиц, у пчел – общественная регуляция – трепетание крыльями, все вместе, у одиночных пчел повышение потребления O_2 . У животных – частое дыхание; черепахи – испарение слюны, которой они смачивают поверхность кожи головы, передних конечностей, обрызгивание мочой конец задних конечностей.

Адаптивное поведение: выбор места с наиболее благоприятным микроклиматом и смена позиций (из солнечных мест в тень). Краб, проявляя положительный фототаксис, выходит на мелководье (вода прогрета солнцем), в жаркое время уходит на глубину, скрывается в норах. Ящерица зарывается в песок.

Гомойотермные - это птицы и млекопитающие (теплокровные).

Сохранение внутреннего постоянства, температура тела постоянна при изменении температуры окружающей среды. Присущ тепловой гомеостаз. Гомеостаз – это состояние динамического равновесия организма со средой, при котором организм сохраняет свои свойства и способность к осуществлению жизненных функций на фоне меняющихся внешних условий. Высокий уровень метаболизма: суточный метаболизм змеи 32 Дж/кг, у сурка 120 Дж/кг, кролика 180 Дж/кг.

Значение внешнего обогрева невелико, живут за счет внутреннего тепла, выделяющегося при экзотермических биохимических реакциях. Эндотермные организмы. Для мужчины среднего веса и среднего роста необходимо ежедневно ~ 8000 кДж.

Температура тела: у птиц 41 °С, у грызунов $35-39$ °С, у копытных $35 - 39$ °С.

Механизмы терморегуляции:

1. Химическая терморегуляция – тепло метаболических реакций. Активно выделяют тепло печень и скелетные мышцы. Теплопродукция регулируется температурой окружающей среды и гормонами (тироксин повышает скорость метаболических реакций).

2. Терморегуляционный тонус – под действием нервных импульсов. Микросокращения фибрилл – холодовая дрожь. Газообмен повышается на $300 - 400$ °С. Потирание рук, притоптывание ногами, физические упражнения повышают скорость метаболизма, повышается температура тела.

3. Окисление бурой жировой ткани (под кожей, в области шеи, груди). Важно для животных, впадающих в спячку, после сна.

4. Физическая т/р – теплоизолирующие покровы (перья, волосы, подкожный жир).

Механизмы теплоотдачи: теплопроводность, конвекция, излучение, испарение.

Теплоотдача зависит от $\Delta t = t_{oc} - t_{тела}$.

1. Испарение влаги с поверхности тела, потоотделение. Увеличивается при повышении температуры окружающей среды и повышении температуры тела. Животные с шерстяным покровом облизывают тело. Испарение влаги с поверхности слизистых оболочек рта, верхних дыхательных путей. Учащенное поверхностное дыхание – полипноэ. Собаки при жаре 300-400 дыханий в минуту при норме 20-40 дыханий в минуту. Для птиц характерна горловая дрожь – колебательные движения нижней стороны шеи (вентиляция дыхательных путей).

2. Сосудистые реакции – расширение мелких сосудов, расположенных близко к поверхности (теплоотдача во внешнюю среду повышается), сжатие поверхностных и расширение глуболежащих сосудов (консервация тепла в организме). Большое значение имеют участки дыхательных путей с развитой сетью кровеносных сосудов – носовых ходах млекопитающих. Вдыхаемый воздух нагревается, стенки носа охлаждаются, выдох – обратный процесс (наоборот). У куриц хохолок – область сосудистой терморегуляции (температура хохолка более низкая, V_{ar}). Потоотделение – результат повышения температуры внутри тела. Если выпить холодной воды, охладить сонные артерии, потоотделение понижается. Поскольку из сонных артерий кровь попадает в гипоталамус, то это указывает на его важную роль в терморегуляции. В гипоталамус информация о температуре окружающей среды стекается с холодных и тепловых рецепторов на коже. Кожные рецепторы – это детекторы внешнего возмущения. Рецепторы генерируют импульсы, часть идет в гипоталамус, часть – в кору головного мозга. При некоторых заболеваниях температура тела повышается, т.к. термостат оказывается настроен на более высокую температуру. Эту настройку вызывают пирогены (например, токсины микробов, вещества, выделяемые нейтрофилами крови). Повышение температуры стимулирует защитные реакции организма, способствует разрушению патогенных факторов. Аспирин понижает заданное значение температуры, снимает симптомы лихорадочного состояния, но при этом замедляются защитные реакции.

Приспособительная реакция – выбор оптимального места, тесные групповые скопления. Ночевка, зимовка под снегом. Сооружение гнезд, нор.

Обратимая гипотермия – спячка (нерегулярное оцепенение, суточное и сезонное). Эстивация – летняя спячка.

Адаптация к экстремальным климатическим условиям.

Правило Бергмана: В пределах вида или достаточно однородной группы близких видов животные с более крупным размером тела встречаются в более холодных областях. Т.е., животные, обитающие в холодных областях (киты, полярные медведи) имеют крупные размеры, а в жарких странах – мелкие. Исключения: мелкие арктические животные отличаются большим аппетитом,

небольшие конечности, впадают в спячку, а крупные животные жарких стран (слоны, бегемоты; слоны имеют большие уши, хлопая ими, повышают теплоотдачу. Бегемот перемещается из суши в воду и наоборот. Это правило согласуется с простым термодинамическим соображением. Поверхность тела животного пропорциональна квадрату его размера, тогда как объем пропорционален кубу размера. Потеря тепла пропорциональна поверхности тела и, следовательно, тем выше, чем больше отношение поверхности тела к его объему, т.е. чем меньше тело животного. Чем крупнее животное и чем компактнее форма его тела, тем легче ему поддерживать постоянную температуру; чем мельче животное, тем выше уровень его основного обмена. Часто в качестве примера приводят пингвинов, обитающих в южном полушарии. Наиболее крупный из них – королевский пингвин – гнездится на материке Антарктида, а живет в прибрежных районах; самый мелкий – галопагосский пингвин обитает на экваторе. Фактически, однако, не все виды пингвинов при парном сравнении подтверждают это правило. Так, средний размер особей в популяциях тупика *Fratercula arctica*, оцененный, как это всего удобнее, по длине крылышка, постепенно сокращается в направлении с севера на юг – от 18,5 см на о.Шпицберген до 14 см на о.Майорка.

Правило Аллена: у видов, живущих в холодном климате, придатки (уши, нос) меньше, чем у родственников из теплых мест. Это правило является частным случаем предыдущего. Придатки тела (уши, хвосты, лапы) тем короче, а тело массивнее, чем холоднее климат. Хорошим примером может служить лисица: фенек Сахары имеет длинные конечности и огромные уши; лисица европейских стран более приземиста, а ее уши намного короче; у песца, живущего в Арктике, очень маленькие уши и короткая морда.

3. Вода, минеральные соли

Содержание H_2O 50-80 % в тканях. Значение воды:

- вода является основной средой биохимических реакций;
- циркуляция, транспорт питательных веществ и выведение продуктов диссимиляции в организме в виде водных растворов;
- участие воды в газообмене;
- участие воды в формировании теплового баланса организмов со средой.

Животные получают влагу в виде питья, выведение – с мочой и экскрементами, испарение. Метаболическая вода: в жировых отложениях запасы, при окислении жиров – вода. Соли входят в состав тканей. Поддерживают осмотическое давление клеток, ионное равновесие. Пойкилоосмотические организмы – концентрация солей в тканях ~ близка к концентрации солей в окружающей среде (морские беспозвоночные, цианобактерии, низшие растения). Гомойоосмотические – поддерживают внутреннее постоянство осмотического давления.

У растений – O_2 повышается, органические отходы метаболизма накапливаются в омертвевших тканях – листьях, ядровой древесине. Ca^{2+} + щавелевая кислота, пектиновые → кристаллы. *Mn*, *Fe*, таннин, никотин – в

листьях придают характерный яркий цвет листьев осенью. У животных – у одноклеточных через мембрану клеточной стенки, эпидермис беспозвоночных, трахеи, жабры, кожу, легкие и кожу. Специальная выделительная система у высших позвоночных: кожа, легкие, печень, почки.

Кожа: выводятся вода, мочевины, соли.

Легкие: CO_2 , водяные пары.

Печень: желчные пигменты; отходы азотистого обмена (при расщеплении белков и нуклеиновых кислот) – аммиак, мочевины, мочевая кислота, триметиламиноксид (у морских рыб – характерный запах), креатин (креатинин); продукты детоксикации (фенольные соединения).

Водно-солевой обмен у водных организмов

По степени солености естественные водоемы условно подразделяются на пресные 0,5‰, солоноватые –0,5-16 ‰, соленые более 16‰. По характеру водно-солевого обмена гидробионты делятся на пресноводных и морских.

У большинства морских обитателей концентрация солей в организме близка к морской воде – такие живые организмы называются изотоничными. Абсолютная изотоничность свойственна кишечноротовым и иглокожим. У большинства беспозвоночных наблюдается некоторое повышение осмотического давления внутренней среды организма (гипертоничность), это обеспечивает постоянный приток в организм воды для уравнивания процессов выделения. Если осмотическое давление внутренней среды организма ниже, чем в морской воде, то это гипотоничность.

Функции экскреции и осморегуляции:

1. Удаление отходов метаболизма (побочные продукты).
2. Регуляция ионного состава жидкости тела. Понижение концентрации Na ведет к ухудшению нервной координации. Концентрация K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , H^+ , J , PO_4^{3-} , HCO_3^- , Cl .
3. Регуляция содержания H_2O в жидкостях тела.
4. Регуляция концентрации H^+ , поддержание pH .

Процессы экскреции и осморегуляции:

Ультрафилтрация – удаление из раствора молекул растворителя и растворимых веществ (при фильтрации крови удаляется большинство мелких молекул ионов солей, сахара, мочевины), образуется первичная моча.

Реабсорбция – обратное всасывание из фильтрата молекул растворимых веществ (ионы солей, сахар) и воды в нужных организму количествах. Отходы метаболизма не реабсорбируются. Конечная моча оказывается гипотонической по отношению к плазме крови.

Секреция – процесс активного переноса растворенных веществ из жидкостей тела в фильтрат или окружающую среду. Это приводит к повышению осмотического давления фильтрата и к понижению осмотического давления жидкостей тела.

Конечный результат этих 3-х механизмов (УФ, Р, С) является гомеостат, т.к. он поддерживает константу состава жидкостей тела.

Многие водные организмы, живущие в гипертрофированной среде (морская вода). Теряют воду путем осмоса и поглощают растворенные вещества путем диффузии. Потеря воды возмещается питьем, приемом пищи. При этом повышается концентрация солей, их избыток удаляется путем активного транспорта. Организмы, живущие в гипотонической среде, поглощают воду путем осмоса и теряют растворимые вещества путем диффузии. Потеря солей возмещается путем активного поглощения.

Механизмы осморегуляции:

1. Пресноводная осморегуляция

Вода поступает в организм пресноводных гидробионтов осмотическим путем через жабры и слизистую пищеварительного тракта. Среди пресноводных нет изотоничных форм, концентрация жидкости в их клетках и тканях выше, чем в окружающей среде. Пресноводные гидробионты гипертоничны, они должны постоянно поддерживать осмотическое давление внутренней среды организма. Они гомойосмотичные.

Механизмом поддержания постоянства осмотического давления является активное выделение избытка воды через почки. Потери солей с мочой и экскрементами компенсируются активным переносом ионов из окружающей среды против градиента концентрации. Процесс этот идет через всю поверхность тела, жабры и с пищей. Почки и жабры представляют собой осморегуляторный механизм.

2. Осморегуляция в море

2.1 Костные рыбы

Задачи осморегуляции в море обратны пресноводному типу: в море концентрация солей несколько выше, чем в организме. В результате осмоса организм постоянно обезвоживается. Фильтрационная функция почек, направленная на усиленное выведение воды, у морских костных рыб ослаблена. Но снижение уровня почечной фильтрации не компенсирует потери воды, поэтому морские рыбы постоянно пьют воду, получая при этом избыток солей. Реабсорбция ионов в почечных канальцах морских костных рыб резко снижена, но зато здесь происходит интенсивное обратное всасывание воды из состава первичной мочи. Избыток солей выводится через почки с мочой, кишечник с фекалиями, жабры. Через почки и кишечник выводятся двухвалентные ионы, через жабры – одновалентные.

2.2 Хрящевые рыбы

Концентрация солей в крови хрящевых рыб, также как и у костных рыб, ниже, чем в морской воде. Но осмотическое давление жидкостей тела у этих рыб слегка превышает осмотическое давление морской воды, т.е. они гипертоничны по отношению к среде обитания. Достигается это тем, что, во-первых, в почечных канальцах хрящевых рыб идет активная реабсорбция мочевины и до 70-99% мочевины возвращается из первичной мочи в кровь, повышая ее суммарное осмотическое давление; во-вторых, в крови хрящевых рыб накапливается триметиламиноксид (ТМАО), обладающий высокой осмотической активностью. Хрящевых рыб называют метизотоническими

животными, т.е. промежуточными между гомойо- и пойкилоосмотическими формами.

Водный и солевой обмен на суше

Высшие наземные растения в большинстве своем относятся к гомойогидрическим формам, способным поддерживать определенное соотношение гидратуры цитоплазма и окружающей среды. У пойкилогидрических форм содержание воды в тканях изменчиво и зависит от влажности среды. Влагообмен идет чрез поверхность тела. К пойкилогидрическим формам относятся низшие растения (зеленые водоросли), мхи, папоротники, грибы и лишайники.

Растения извлекают нужную им воду из почвы при помощи корней. Лишайники, среди которых есть формы, довольствующиеся малым количеством воды, могут абсорбировать водяной пар. Низшие растения способны поглощать воду всей своей активной поверхностью. Растения сухого климата обладают рядом морфологических приспособлений, обеспечивающих минимальную потерю воды (погружение устьиц в глубь листа; сочность стебля; редукция листьев, превращающихся в иглы или шипы; способность листьев сворачиваться, прикрывая устьица, и тем уменьшать поверхность испарения).

Все сухопутные животные для компенсации неизбежной потери воды за счет испарения и выделения нуждаются в ее периодическом поступлении. Многие из них пьют воду, другие всасывают ее через покровы тела в жидком или парообразном состоянии; к последним относится большинство амфибий, некоторые насекомые и клещи. Большая часть животных пустынь никогда не пьет; они удовлетворяют свои потребности за счет воды, поступающей с пищей. Наконец, есть животные, получающие воду еще более сложным путем – в процессе окисления жиров. Примерами могут служить верблюды и насекомые, специализировавшиеся на определенной пище – рисовый и амбарный долгоносики, гусеницы платяной моли *Tineola biselliella* и моли *Aglossa pinguinalis*, питающейся жиром.

Водные организмы живут в воде постоянно; *гидрофиты* могут жить только в очень влажных средах (амфибии, дождевые черви, наземные брюхоногие моллюски, мокрицы и большинство пещерных животных); *мезофиты* отличаются умеренной потребностью в воде или в средней влажности воздуха; в основном это эвригигры, т.е. организмы, выдерживающие большие колебания влажности. Чаще всего они встречаются в областях умеренного пояса; *ксерофиты* предпочитают сухие местообитания, они обладают специальными приспособлениями, о которых говорилось выше.

Растения-гидрофиты – пресноводные (элодея, тясчелистик, водяная лилия). Окружены пресной водой, вода поступает путем осмоса, свободно проходит в клетки через мембраны. Объем вакуоли повышается, создается тургорное давление. Водяное давление внутри клетки равно давлению в окружающей среде, поступление воды прекращается.

Галофиты: морские водоросли на сильно засоренных почвах в эстуариях рек. Запасают воду, имеют толстые кисточки стехни, густой слой слизи, чтобы не потерять воду путем испарения. Регулируют содержание солей, выводя их через железы.

Мезофиты: покрытосеменные. Воды достаточно, главное – потери H_2O ввиду испарения. Имеют ряд морфологических и физиологических особенностей, которые помогают уменьшить эти потери (сбрасывание листы (кутикула, защищенные устья с V_{ard}).

Ксерофиты: - суккуленты, склерофиты, растительность сухих мест (пустыни) – экстремальные условия выдерживают в виде спор, семян. Суккуленты (кактус, алоэ – сочные, мясистые); склерофиты – жесткие листья.

Морфологические и физиологические особенности: например, восковая кутикула, погружение (соска) устья, курчавость листьев, запасание воды – мясистые листья (бриофилляция), стебли, подземные части; глубокая корневая система ниже уровня грунтовых вод (акация, олеандр), поверхностная корневая система (кактус).

4. Кислород

По отношению к кислороду все живые организмы делятся на аэробные и анаэробные. К анаэробам относятся только некоторые бактерии, к аэробам – весь остальной живой мир.

Энергетические процессы в живом организме основываются на окислительно–восстановительных реакциях. Большинство живых организмов получают энергию путем аэробного окисления органические вещества. Приток O_2 , вывод CO_2 .

Механизм газообмена в диффузии газов O_2 , CO_2 по градиенту их концентраций. У растений дыхание осуществляется всеми органами. O_2 проникает через устья, растворяется в жидкостях клеточной стенки и по градиенту парциального давления проникают в цитоплазму.

У мелких животных дыхание через поверхности тела. У сложных, крупных газообмен через специальные органы. Внешнее дыхание (в дыхательных органах) и внутренний газообмен в клетках и тканях).

5. Свет

< 150 нм – ионизирующая радиация.

150-400 нм УФ

400-800 нм видимый свет

800-1000 нм ИК

УФ (280-320 нм) – канцероген. УФ (300-400 нм) – стимулирует процессы клеточного синтеза. Синтезируется витамин Д (регулирует обмен Ca и P , нормализует рост, развитие). Приспособительная реакция, защита от ультрафиолета – пигмент, загар. Видимый свет – ориентирование в окружающей среде, фотосинтез.

Свет, смена дня и ночи: жизнь осуществляется в условиях ритмически меняющейся среды. Ритмичность свойственна всем (биохимическая и физиологическая природа). В основе периодических процессов лежит внутренняя (эндогенная) программа, на которую действует сложный комплекс внешних условий.

Свет – датчик времени, фотопериод. Суточная ритмичность – смена активности и покоя.

Смена дня и ночи имеет огромное биологическое значение. На экваторе продолжительность дня в течение всего года не изменяется. В умеренном поясе имеются и лето, и зима, различие между которыми сводится не только к разнице температур. Эта разница, возрастающая по мере удаления от экватора, оказывается всего лишь следствием того, что летом день длиннее ночи, а зимой наоборот. Продолжительность дня называют поэтому *фотопериодом*.

В умеренном поясе фотопериод служит фундаментальным климатическим фактором, определяющим жизненный цикл большинства видов.

К биологическим явлениям, вызываемым фотопериодом как определяющим фактором, относятся: размножение многих млекопитающих и птиц; приобретение зимнего мехового наряда млекопитающими, например горностаем; смена оперения и перелет многих птиц; морфология некоторых бабочек: *Araschnia levana* принимает форму *prorsa*, когда ее гусеница живет при длинных днях; появление половых форм у тлей; наступление диапаузы и выход из нее у насекомых; наступление цветения у многих высших растений: одни размножаются в условиях длинного дня, другие в условиях короткого, третьи не реагируют на длину дня, и их цветение вызывается другими факторами.

В тропическом поясе, где продолжительность дня и ночи мало изменяется на протяжении года, фотопериод не может служить важным биологическим фактором. Его заменяет чередование сухого и дождливого сезонов.

В основе суточных ритмов жизнедеятельности лежат наследственно закрепленные эндогенные циклы физиологических процессов с периодом, близким к 24 часам. Это циркадианные (циркадные) ритмы.

Цирканнуальные ритмы – годовые ритмы.

Контрольные вопросы.

1. Назовите 2 основных механизма адаптации.
2. Приведите примеры морфологической, физиологической и этологической адаптации.
- 3.

Лекция №6
Биосфера. Биогеохимические циклы. Ноосфера.

1. Биосфера.
2. Биогеохимические циклы.
3. Биогеохимические принципы В.И.Вернадского.
4. Ноосфера

1. Биосфера

Биосфера – «область жизни», пространство на поверхности земного шара, в котором распространены живые существа. Термин был введен в 1875 г. австрийским геологом Эдуардом Зюссом. Обсуждая особенности Земли как планеты, он писал: «Одно кажется чужеродным на этом большом, состоящем из сфер небесном теле, а именно органическая жизнь... На поверхности материков можно выделить самостоятельную биосферу»¹. Э.Зюсс, таким образом, рассматривал биосферу в чисто топологическом смысле – как пространство, заполненное жизнью. Термин вошел в обиход, не имея четкого определения.

Еще раньше, в 1802 г., знаменитый французский ученый Ж.Б.Ламарк, не употребляя термина «биосфера», отметил планетарную роль жизни в формировании земной коры как в настоящее время, так и в прошлые этапы истории планеты, предвосхитив таким образом современный взгляд на это понятие. На рубеже XIX-XX вв. идея о глобальном влиянии жизни на природные явления была обоснована в трудах крупнейшего ученого-почвоведца В.В.Докучаева.

Развернутое учение о биосфере создано и разработано акад. В.И.Вернадским, опубликовавшим в 1926 г. свой классический труд «Биосфера». Принципиальные положения учения В.И.Вернадского о биосфере органически сочетают подходы его предшественников. С одной стороны, он рассматривает биосферу как оболочку Земли, в которой существует жизнь. В этом плане В.И.Вернадский различает газовую (атмосфера), водную (гидросфера) и каменную (литосфера) оболочки земного шара как составляющие биосферы, области распространения жизни. С другой стороны, В.И.Вернадский подчеркивал, что биосфера – не просто пространство, в котором обитают живые организмы; ее состав определяется деятельностью живых организмов, представляет собой результат их совокупной химической активности в настоящем и в прошлом.

Фундаментальным отличием живого вещества от косного является охваченность его эволюционным процессом, непрерывно создающим новые формы живых существ. Многообразие форм жизни и их многофункциональность создают основу устойчивого круговорота веществ и канализированных потоков энергии. В этом специфика и залог устойчивости биосферы как уникальной оболочки земного шара.

Таким образом, *биосфера, по В.И.Вернадскому, представляет собой одну из геологических оболочек земного шара, глобальную систему Земли, в которой*

¹ Цитата по: А.В.Лапо, 1987.

геохимические и энергетические превращения определяются суммарной активностью всех живых организмов – живого вещества. Человечество входит в эту систему как ее составная часть. «Человечество как живое вещество непрерывно связано с материально-энергетическими процессами определенной геологической оболочки Земли – с ее биосферой. Оно не может физически быть от нее независимым ни на одну минуту» (В.И.Вернадский, 1944).

Биосфера как арена жизни

Активная деятельность живых организмов охватывает относительно небольшой слой поверхностных оболочек нашей планеты. Его границы определяются комплексом условий, допускающих устойчивое существование сообществ живых организмов. В состав биосферы входят нижняя часть атмосферы, гидросфера и поверхностные слои литосферы, преимущественно подвергшаяся выветриванию с участием живых организмов ее часть – *почва* (педосфера или эдафосфера).

Каждая из этих геологических оболочек планеты имеет свои специфические свойства, которые определяют набор форм живых организмов, обитающих в данной части биосферы, их основные морфофизиологические особенности, формируя своим влиянием принципиальные пути эволюции и становление фундаментальных черт жизненных форм наземных, водных и почвенных организмов. Таким образом, воздушная, водная и почвенная оболочки земного шара представляют собой не просто пространство, заполненное жизнью, но выступают как основные среды жизни, активно формирующие ее состав и биологические свойства.

Всю совокупность живых организмов он обозначил термином *живое вещество*, противопоставляя его *косному веществу*, к которому относил все геологические образования, не входящие в состав живых организмов и не созданные ими. Третья категория вещества в биосфере, по В.И.Вернадскому, это *биокосное вещество*. Сюда он причислял комплекс взаимодействующих живого и косного веществ (океанические воды, нефть и т.п.; важнейшее значение как биокосное вещество имеет почва). Наконец, существует *биогенное вещество* – геологические породы, созданные деятельностью живого вещества (известняки, каменный уголь и т.п.). В.И.Вернадский считал, что земная кора представляет собой остатки былых биосфер.

Поле существования жизни определяется:

1. Достаточной концентрацией кислорода (~21%) и CO_2
2. Достаточным количеством воды
3. Благоприятной температурой
4. Прожиточным минимумом минеральных веществ

2. Биогеохимические циклы

В экосистеме происходит постоянный круговорот питательных веществ: питательные вещества из абиотической переходят в биотический компонент под действием энергии солнца, затем возвращаются в виде отходов жизнедеятельности или мертвых организмов. Такой круговорот называют биогеохимическим циклом.

Движущей силой этих круговоротов служит в конечном счете энергия Солнца. Фотосинтезирующие организмы непосредственно используют энергию солнечного света и затем передают ее другим представителям биотического компонента. В итоге создается поток энергии и питательных веществ через экосистему. Необходимо еще отметить, что климатические факторы абиотического компонента, такие, как температура, движение атмосферы, испарение и осадки, тоже регулируются поступлением солнечной энергии.

Циклы массообмена и распределение масс химических элементов в биосфере.

Цикл натрия

Преобладание растворимого катиона Na^+ в биосфере обуславливает присутствие больших масс натрия во всех типах природных вод, в которых он связан эквивалентными соотношениями с анионами Cl^- , SO_4^{2-} и отчасти с HCO_3^- . В педосфере натрий играет важную роль в процессах катионного обмена. Высокое содержание натрия в поглощенном комплексе почв способствует диспергации почвенных агрегатов и образованию солонцев. Натрий принимает активное участие в засолении почв, в которых он образует соли с Cl^- и SO_4^{2-} . Масса натрия в педосфере пока не определена количественно. Несмотря на активное участие в континентальном галогенезе, огромная аккумуляция натрия в океане характеризует натрий как типичный талассофильный элемент.

В организмах соли натрия (главным образом хлориды) имеют важное значение. Хлорид натрия является обязательным компонентом жидких тканей животных (плазмы, крови, лимфы) и клеточного сока растений, играет важную роль в поддержании кислотно-щелочного равновесия, регулирует осмотическое давление и влияет на содержание воды в тканях и др. В силу важной физиологической роли хлорид натрия в большом количестве поглощается растительными и особенно животными организмами, его недостаток вызывает тяжелые заболевания.

Живое вещество Земли на протяжении года пропускает через себя около $4,6 \cdot 10^9$ т натрия, причем на суше в биологический круговорот вовлекается $0,2 \cdot 10^9$ т, а в океане почти в 20 раз больше. Натрий активно сорбируется осадками морей, поэтому в осадочной оболочке содержится его большая масса.

Глобальный цикл хлора.

В биологический круговорот на суше захватывается около $0,34 \cdot 10^9$ т/год хлора. В морской воде его концентрация значительно выше и он составляет около 3% сухой массы организмов. На протяжении года биота Мирового океана вовлекает в круговорот примерно $4,4 \cdot 10^9$ т хлора, т.е. на порядок больше чем на суше.

Как следует из изложенного, в структуре глобальных циклов массообмена натрия и хлора много общего: преобладание хорошо растворимых форм, активная водная миграция с континентов в океан и возвратный атмосферный перенос значительных масс с океана на сушу, ведущая роль обоих элементов в процессе галогенеза.

Глобальный цикл углерода.

Циклические процессы массообмена углерода имеют особо важное значение для биосферы. Распределение масс этого элемента следующее. В атмосфере по уточненным данным (Г.В. Войткевич, 1986) находится $2450 \cdot 10^9$ т углерода. Ежегодная нетто-биопродукция экосферы по С составляет ~ 60 Гт. Такое же количество освобождается в процессах дыхания и деструкции. Период обновления углерода в биосфере 60 лет (для биомассы 10 лет). В океане углерод (помимо его содержания в живых организмах) присутствует в двух главных формах: в составе органического вещества (растворенного в воде и отчасти находящегося в виде взвешенных дисперстных частиц) и в составе взаимосвязанных ионов НСО_3^- , СО_3^{2-} и СО_2 .

Как отмечено ранее, основная масса живых организмов находится на суше и в перерасчете на сухое вещество составляет $2500 \cdot 10^9$ т.

Закономерности распределения углерода в земной коре показывают, что существует две главные группы форм нахождения углерода: карбонатные и органические соединения. Следует подчеркнуть, что и те и другие биогенны. Карбонаты небиогенного происхождения – довольно редкое исключение из общего правила (например, вулканические карбонатиты).

Современный глобальный биогеохимический цикл углерода состоит из двух крупных циклов более низкого ранга. Первый из них обусловлен связыванием углекислого газа в органическое вещество путем фотосинтеза и новым образованием СО_2 в процессе трансформации первичного органического вещества организмами - гетеротрофами и почвенными микроорганизмами. Если бы этот цикл был полностью замкнутым, то количество поглощенного при фотосинтезе углекислого газа должно полностью возвращаться в исходный резервуар – атмосферу. В действительности этого не происходит.

Только на суше (в гумусе педосфере) за время не более 1000 лет накоплено углерода в 2 раза больше, чем его содержится в атмосфере.

Второй крупный биогеохимический цикл углерода связан с взаимодействием СО_2 атмосферы и природных вод. Между газами тропосферы и поверхностным слоем океана существует подвижное равновесие. Растворимость газов в воде зависит от давления, температуры, а также от количества растворенных солей. Увеличение растворимости по мере роста парциального давления согласно зависимости Дальтона-Генри. В пресной воде газы растворяются больше, чем в соленой, но количество пресной воды на поверхности Земли неизмеримо меньше, чем соленой.

В результате распахивания земель, строительства городов и дорог, вырубки лесов биомасса растительности суши сократилась примерно на 25%. Соответственно изменились массы химических элементов, участвующие в биологическом круговороте, масса связываемого углерода и выделяемого кислорода. Еще больший деструктивный эффект вызывает сжигание минерального топлива, сопровождающееся изъятием значительных масс кислорода из атмосферы и образованием газообразных соединений углерода. Среди этих соединений преобладают СО и СО_2 . Суммарное поступление углерода из техногенных источников в атмосферу оценивается в $5 \cdot 10^9$ т/год. Поступление указанного количества в глобальный круговорот углерода не деформирует распределение масс элемента в

биосфере, но может иметь последствия в связи с упомянутым ранее «парниковым эффектом».

В заключение отметим, что сжигание более 90% горючих веществ происходит в северном полушарии, что отражается на неравномерном распределении оксида углерода. Максимальные концентрации CO_2 приурочены к полосе между 40 и 50° с.ш., где расположены главные центры индустрии.

Влияние живого вещества на геохимию кислорода и водорода в биосфере.

Кислород на Земле – первый по распространенности элемент.

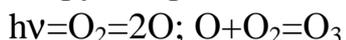
Исходным «сырьем» для образования кислорода посредством реакций фотолиза и фотосинтеза служит вода. Связывание 1г углерода в органическое вещество при реакции фотосинтеза сопровождается выделением примерно 2,7г кислорода в результате расщепления молекул воды. Как ранее упоминалось, наличие органического вещества установлено в древних осадочных отложениях, имеющих возраст до 3,8 млрд.лет. Следовательно, выделение кислорода при фотосинтезе продолжалось на протяжении огромного времени. Согласно данным А.Б. Ронина и др. (1976) можно считать, что в осадочной оболочке Земли содержится около $15 \cdot 10^{15}$ т $\text{C}_{\text{орг}}$. Этому количеству соответствует $40 \cdot 10^{15}$ т O_2 . В настоящее время в атмосфере содержится $1,185 \cdot 10^{15}$ т кислорода. Следовательно, более $38 \cdot 10^{15}$ т O_2 было израсходовано на процессы окисления.

Исходя из продуктивности растительного покрова Мировой суши, не нарушенного человеком, выделение кислорода можно оценить в $220 \cdot 10^9$ т O_2 в год. В настоящее время после вырубki части лесов и уничтожения природной растительности на большой площади продуктивность растительности, как уже говорилось, сократилась примерно на 25% и выделение кислорода составляет около $165 \cdot 10^9$ т/год. Фотосинтез в океане (продукция $\text{C}_{\text{орг}}$ от 40 до $60 \cdot 10^9$ т/год) поставляет в атмосферу от $110 \cdot 10^9$ до $160 \cdot 10^9$ т $\text{C}_{\text{орг}}$, в среднем $130 \cdot 10^9$ т O_2 в год. Суммарное выделение кислорода фотосинтетиками суши и океана составляет около $(300-350) \cdot 10^9$ т/год.

Количество кислорода в атмосфере равно $1,185 \cdot 10^{15}$ т. При выделении кислорода ($280-300$) $\cdot 10^9$ т/год указанное количество может быть удвоено примерно за 4000 лет. Но этого не происходит, так как на протяжении года разными путями разлагается такое количество органического вещества, которое почти равно образованному при фотосинтезе, и при этом поглощается почти весь кислород. Тем не менее благодаря сохранению части органического вещества свободный кислород постепенно накапливался в атмосфере.

Второй миграционный цикл свободного кислорода связан с массообменом в системе тропосфера – природные воды. В 1л воды растворено от 2 до 8 см³ O_2 . Следовательно, в воде океана находится от $3 \cdot 10^9$ до $10 \cdot 10^9$ м³ растворенного кислорода. Холодная вода высоких широт поглощает кислород; поступая с океаническими течениями в тропический пояс, она выделяет O_2 . Поглощение и выделение кислорода происходят также при смене теплых и холодных сезонов года. По подсчетам А.П. Виноградова (1967) в годовой массообмен между атмосферой и океаном вовлекается около 0,5% атмосферного кислорода, т.е. $5900 \cdot 10^9$ т. Это почти в 20 раз больше биогенного продуцирования кислорода.

С круговоротом кислорода тесно связано образование озона.



5% поступающей на Землю солнечной энергии тратится на образование озона.

Глобальный цикл серы.

Сера – характерный представитель группы активно дегазируемых элементов. В то же время поступление серы в атмосферу по сравнению с инертными газами или CO_2 сильно затруднено. Это связано со следующими обстоятельствами. Среди газообразных соединений серы, выделяющихся с вулканическими газами, наиболее обычными являются диоксид серы IV и сероводород. В процессе активного дегазирования мантии и прохождения через толщину горных пород растворяются в подземных водах. При этом H_2S активно восстанавливает тяжелые металлы, образуя трудно растворимые сульфиды, главным образом дисульфид железа (пирит), а SO_2 частично связывается в составе также плохо растворимых сульфатов кальция, бария, стронция. В результате указанных реакций значительная часть дегазируемых соединений серы трансформируется в твердые минералы, среди которых наиболее распространен пирит FeS_2 .

Часть диффундирующих через земную кору газообразных соединений серы, а также сернистые газы вулканических выбросов и газовой фазы выделений наземных и подводных гидротерм поступает в систему Мирового океана и педосферу. При этом значительная часть газов захватывается бактериями в своеобразный микробиологический круговорот.

Сера – обязательный компонент живого вещества в силу того, что она входит в состав белков, в молекулярной структуре которых играет важную роль. В составе живого вещества Мировой суши, образованного в основном высшими растениями, концентрация серы невелика – по данным Х. Боуэна 0,34% сухой биомассы. В животных и бактериях из-за большого содержания в биомассе белков концентрация серы значительно выше. Отношение C:S в белках около 16, в углеводах – 80, в наземных растениях – более 200, в животных – около 70. Количество серы, находящейся в биомассе суши, равно $8,5 \cdot 10^9$ т, в фотосинтетиках океана – $0,07 \cdot 10^9$ т, в консументах океана – $0,05 \cdot 10^9$ т. Концентрация серы в неживом органическом веществе суши (лесных подстилок, торфе, гумусе почв), по видимому, близка к 0,5% сухого вещества. Если эта цифра верна, то масса серы, находящаяся в органическом веществе педосферы, равна $15,5 \cdot 10^9$ т.

Как следует из изложенного, своеобразие глобального цикла серы в биосфере обусловлено следующими тремя причинами. Во-первых, способностью этого элемента под влиянием микробиологических процессов образовывать газообразные соединения (SO_2 , H_2S и некоторые другие) и благодаря этому активно участвовать в массообмене между сушей и океаном, с одной стороны, и атмосферой – с другой. Во-вторых, трансформацией сернистых газов в хорошо растворимые сульфаты и заменой газовой миграцией серы на водную. Это происходит благодаря быстрому окислению восстановленных и недоокисленных сернистых газов кислородом атмосферы и образованием хорошо растворимых сульфатов, легко вымываемых из атмосферы и включаемых в водную

миграцию. В третьих, широким развитием сульфатредуцирующих бактериальных процессов в водных бассейнах и гидроморфных ландшафтах, в которые поступают с водой растворенные сульфаты. Образующийся при разрушении сульфатов сероводород переводит растворенные в воде железо и другие металлы в форму труднорастворимых сульфидов, которые уходят в осадки морей и надолго прочно связывают крупные массы серы.

Так, фототрофные пурпурные серные бактерии окисляют сероводород с образованием в качестве метаболита сульфата:



Условием для продолжения деятельности серных бактерий является удаление главного продукта обмена – сульфат - ионов; удаление обеспечивается деятельностью вторичных бактерий, для которых субстратом служит сульфат, а метаболитом – сероводород. Этой реакцией заканчивается *малый цикл серы*.

Поступление соединений серы, образованных в результате хозяйственной деятельности людей, в атмосферу, педосферу и природные воды являются одним из наиболее сильных проявлений воздействия человечества на окружающую среду.

Основной техногенный поток серы в атмосферу связан с эмиссией сернистых газов, образующихся при сжигании минерального топлива и выплавке металлов. Главным путями загрязнения природных вод растворимыми соединениями серы является смыв удобрений в гидрографическую сеть и сточные воды предприятий химической промышленности. Более 95% выбросов техногенных сернистых газов приходится на SO_2 и ее производные – SO_3 и H_2SO_4 , которые способствуют активизации коррозии металлов, оказывают поражающее действие на растения, животных и человека. Согласно И.И. Альтшулеру (1980), в середине 70-х годов из разных источников в атмосферу ежегодно поступало $120 \cdot 10^6 \text{ т SO}_2$ и $(4-5) \cdot 10^6 \text{ т H}_2\text{S}$. По имеющимся прогнозам, это количество к 2000 г. должно возрасти до $(300-450) \cdot 10^6 \text{ т/год}$. В атмосфере происходит быстрая трансформация SO_2 в SO_3 и затем в H_2SO_4 . При взаимодействии с постоянно присутствующим в тропосфере аммиаком образуется сульфат аммония. В определенных условиях часть SO_2 вымывается атмосферными осадками, поглощается растениями и почвой. Большая часть SO_2 окисляется до SO_4^{2-} , который является самым распространенным ионом атмосферных осадков. Общее количество серы, поступающей в атмосферу из индустриальных истоков, составляет около $(100-110) \cdot 10^9 \text{ т S}$ в год.

Определенный вклад в движение масс водорастворимых соединений серы, в частности в водный сток с континентов, вносит смыв минеральных удобрений – около $(20-30) \cdot 10^9 \text{ т}$ в год. Примерно такое же количество серы поступает со сточными водами промышленных предприятий химической, горной и металлургической промышленности.

Глобальный цикл азота.

Азот – один из элементов, отделившихся в газовой фазе уже на этапе формирования Земли в процессе ударной дегазации. В дальнейшем выделении газообразных соединений азота из недр Земли продолжалось при извержении вулканов, выносе гидротерм и газовых струй. Газообразный молекулярный азот благодаря

химической инертности является наиболее устойчивой формой нахождения этого элемента. По этой причине N_2 изначально аккумулировался в атмосфере, а не концентрировался в форме растворенных соединений в воде океана, как хлор, или в форме нерастворимых соединений в осадках океана, как углерод в составе карбонатных толщ. В настоящее время поступление газообразных соединений азота из недр Земли в атмосферу, по-видимому, близко $1,0 \cdot 10^6$ т/год.

Основная масса азота в форме N_2 сосредоточена в атмосфере, в которой содержится в количестве $3866000 \cdot 10^9$ т. Часть газа N_2 растворена в воде Мирового океана. При равновесии газов атмосферы с водой океана в последнем может быть растворено от $115000 \cdot 10^9$ т до $200000 \cdot 10^9$ т N_2 .

В океане азот присутствует также в виде растворенных ионов, в составе растворенного и дисперсно - взвешенного органического вещества. Масса азота, находящегося в форме растворенных ионов NH_4^+ , NO_2^- и NO_3^- , составляет $685 \cdot 10^9$ т. Итак, главным поставщиком азота в биосферу являются недра Земли, основным накопителем – атмосфера, точнее – тропосфера. Наряду с N_2 в атмосферу систематически поступают другие газообразные соединения азота: NH_3 , N_2O , NO , NO_2 . Их накопления не происходит благодаря фотохимическим реакциям. Фотохимическая диссоциация паров воды с последующей диссоциацией водорода способствует присутствию сильного окислителя $OH\cdot$. Радикал ($OH\cdot$) соединяется с NO , NO_2 , образуя азотистую и азотную кислоты, а в дальнейшем их соли – нитриты и нитраты. Наряду с оксидами азота в атмосфере присутствует восстановленное соединение азота – аммиак. В кислородсодержащей атмосфере он реагирует с оксидами серы и образует кислый сульфат аммония NH_4HSO_4 . Это соединение, так же как нитраты и нитриты, легко вымываются атмосферными осадками.

Основная часть этого элемента, находящаяся в атмосфере в химически неактивной форме N_2 , недоступна для главных продуцентов- зеленых растений суши. Но химическая неактивность молекулярного азота не означает его геохимической стабильности. Существуют некоторые виды бактерий, способные активизировать молекулярный азот и связывать его в химические соединения. Этот процесс получил название *Фиксации азота*. Промышленная фиксация азота идет в присутствии катализаторов при $t \sim 500^\circ C$ и давлении ~ 300 атм.

В организмах большая часть азота присутствует в форме соединений, в состав которых входит аминогруппа NH_2 , или в виде аммония. В процессе биохимической фиксации расщепляется молекула N_2 и атомы аммиака. Этот процесс протекает с помощью фермента нитрогеназы. Аммиак и ион NH_4^+ , могут поглощаться корнями растений и как уже отмечено, входить в состав аминокислот.

Фиксацию азота осуществляют отдельные специализированные бактерии семейства *Azotobacteraceae* и в определенных условиях синезеленые водоросли. Наиболее продуктивны азотофиксирующие клубеньковые бактерии, образующие симбиозы с бобовыми растениями. Массам азота, фиксируемая из воздуха почвенными бактериями до начала хозяйственной деятельности человека, оценивается разными авторами от 30-40 до $200 \cdot 10^6$ т/год. В настоящее время к этому добавляется искусственная биологическая фиксация, получаемая при помощи бобовых сельскохозяйственных растений (около $20 \cdot 10^9$ т/год), а также промышленная фиксация азота из воздуха превысила $60-90 \cdot 10^6$ т/год.

Рассмотренный цикл –фиксация молекулярного азота – аммонификация мертвого органического вещества – нитрификация – денитрификация имеет наиболее важное значение для глобального массообмена азота, так как этот цикл обеспечивает основной поток азота из его главного резерва – атмосферы. Кроме того из атмосферы выводится определенное количество N_2 , окисляемого в результате электрических разрядов и затем вымываемого в виде иона NO_3^- , но это количество значительно меньше массы биологически фиксируемого азота и составляет $(10-40)*10^6$ т/год.

Часть азота выводится из биологического круговорота и аккумулируется в мертвом органическом веществе. Этот своеобразный запас азота в лесных подстилках, торфе и почвенном гумусе постоянно поддерживается в педосфере и свидетельствует о некоторой заторможенности биологического круговорота.

Промышленная фиксация атмосферного азота – наиболее сильное вмешательство человечества в систему природных глобальных циклов массообмена химических элементов в биосфере. Кроме того, значительное количество азота (около $40*10^6$ т/год) в форме оксидов поступает в атмосферу с выбросами промышленных предприятий и транспорта, образующимися при сжигании минерального топлива, а также в гидросфере с бытовыми и промышленными стоками.

Круговорот азота сопряжен с круговоротом углерода. Соотношение между этими элементами в составе глобальной биомассы постоянно: C:N=55:1. Круговорот азота составляет 1Гт/г. В почве C:N=

3. Биогеохимические принципы В.И.Вернадского

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

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

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

4. Ноосфера

Термин «ноосфера» впервые появился в 1926-1927 г.г. в статьях французских ученых П. Тейяра де Шардена и Эжена Леруа, написанных после того, как они прослушали в Сорбонне курс лекций В.И.Вернадского по проблеме гео- и биогеохимии. Сам Вернадский начал использовать этот термин позднее. За год до смерти им написана статья «Несколько слов о ноосфере», в которой приводятся доказательства, что разумная деятельность человека – не только его внутреннее дело. Биосфера переходит в новую стадию – ноосферу (что означает «мыслящая оболочка» или «сфера разума»), для которой характерна тесная взаимосвязь законов природы с социально-экономическими законами.

Ноосфера – результат совместной эволюции природы и общества, но необходимо изменить ценности общества. В будущем - достижение человеком автотрофности (независимость от органических ресурсов).

Предпосылки создания ноосферы:

- человечество стало единой силой, его история охватила весь земной шар;
- постоянный материальный и информационный обмен между составляющими ноосферу;
- открыты новые источники энергии;
- ноосферу создают разум и труд народных масс, поэтому особенно важен подъем благосостояния трудящихся;
- ноосфера не может быть привилегией какой-либо нации или расы, она – дело рук и разума всех народов;
- только уничтожение угрозы войны позволит человечеству сделать крупный шаг к созданию ноосферы.

Сложные взаимоотношения, поддерживающие устойчивый круговорот веществ, а с ним и существование жизни как глобального явления нашей планеты, сформировались на протяжении длительной геологической истории Земли. В последнее время положение резко изменилось. В течение одного столетия стремительный прогресс науки и техники привел к тому, что по масштабам влияния на биосферные процессы деятельность человечества стала сопоставимой с естественными факторами, определявшими развитие биосферы на протяжении предыдущей ее истории.

В наши дни вступает в силу разработанная акад. В.А.Вернадским концепция *ноосферы*² - сферы ведущего значения человеческого разума. «Человечество, взятое в целом, - писал В.И.Вернадский, - становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом встает вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть ноосфера».

Мысль о роли человечества, на базе научных знаний преобразующего биосферу на благо каждого человека, не оставляла В.И.Вернадского весь последний период его жизни. «Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете», - писал он в той же статье «Несколько слов о ноосфере» (1944). «В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен

² От греч. *poesis* – мышление, разум.

перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни» (В.И.Вернадский, 1967. С. 356).

К сожалению, концепция В.И.Вернадского о человеческом разуме как ведущей силе преобразования биосферы пока оправдалась лишь частично. Действительно, прогресс разума в виде научных, технических и технологических достижений дал в руки человека силы, достаточные для изменения биосферных процессов, извлечения непосредственной пользы из ресурсов биосферы. Того же разума не хватило, чтобы эксплуатировать эти ресурсы, не входя в противоречие естественными законами существования биосферы как единого целого. В результате современное человечество, обладая огромными возможностями, реализует их (притом не всегда это понимая) *против* собственных интересов, нарушая сложившиеся за многие миллионы лет эволюции взаимоотношения, поддерживающие устойчивость биосферы.

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

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

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

Наступает кризисная ситуация: человечество как социальная система функционирует намного шире, чем как биологическая, нарушая сбалансированный в процессе эволюции биологический круговорот. В результате неизбежно ухудшается качество среды. Выход видится в использовании разума человечества (в виде суммы знаний и технологических разработок) не только для эксплуатации естественных ресурсов, но и для сохранения и умножения. Сложившаяся ситуация не может быть

изменена естественными эволюционно сформировавшимися системами регуляции на разных уровнях организации живой материи. Решение проблемы предусматривает активное регулирующее вмешательство человека в биосферные процессы. Вплоть до направленного контроля численности и биологической активности экономически значимых видов и формирования искусственных экосистем с заданными свойствами. В основе решения этой задачи должны лежать глубокие знания естественных законов формирования и функционирования биологических систем различного ранга.

В подходе к этим проблемам намечаются два аспекта. Первый связан с изучением механизма влияния антропогенных воздействий на биологические системы, адаптивных реакций последних на воздействия, диапазонов приспособляемости биологических систем к отдельным факторам и их комплексам. По существу, это проблема устойчивости биологических систем к средовым и антропогенным факторам. Полученные данные открывают возможность разработки экологических параметров оценки состояния систем, а также нормативов хозяйственной нагрузки, предельно допустимых доз вредных веществ, квот изъятия объектов эксплуатации и т.п.

Второе: даже в отсутствие прямых воздействий на природные системы человечество всей своей повседневной деятельностью меняет условия их существования. Изменение ландшафтов, режим вод, непредумышленный завоз многих видов за пределы естественных ареалов, как и многие другие воздействия, ведут к перестройке состава и структуры экосистем. Города и промышленные районы, агроценозы и биокультуры – новые экосистемы, возникшие на технологической основе, но живущие по экологическим законам. Встает задача сознательного управления экологическими системами с целью повышения продуктивности, конструирования устойчивых в условиях антропогенных ландшафтов экосистем различного целевого назначения.

В ноосфере действует сложный комплекс факторов, включающий технологические, экономические, политические, юридические, моральные и иные социальные аспекты и порождающий новые подходы к динамике природных комплексов. Но в основе биосферных процессов и в этих новых условиях по-прежнему остаются биологические законы поддержания жизни как планетарного явления. Эта идея начинает проникать в сознание людей. Принцип *биологического императива* (Т.Сутт, 1988), основывающийся на понимании того, что выживание человека возможно лишь при сохранении жизни на Земле, приобретает все больше последователей. Это дает надежду, что на базе познания фундаментальных экологических закономерностей, с использованием современных научных и технических достижений, удастся сконструировать систему гармонического взаимодействия человечества и живой природы.

Л.Н.Гумилев трактует ноосферу как «сферу разума, продуктом которой является техника в самом широком смысле, включающем науку, искусство и литературу как кристаллизацию деятельности разума». С этой точки зрения была ноосфера кроманьонцев, шумеров, эллинов, ацтеков.

Концепция перехода России к устойчивому развитию завершается словами:

«Движение человечества к устойчивому развитию в конечном счете приведет к формированию предсказанной В.И.Вернадским сферы разума (ноосферы), когда мерилom национального и индивидуального богатства станут духовные ценности и знания Человека, живущего в гармонии с окружающей средой.»

I. Характеристика и состав биосферы.	стр.2
II. В.И.Вернадский о биосфере и “живом веществе”.	стр.4
III. Биогенная миграция химических элементов и биогеохимические принципы.	стр.7
IV. Биосфера и человек. Ноосфера.	стр.11
V. Роль человеческого фактора в развитии биосферы.	стр.15
таблица	стр.12
Использованная литература	стр.17

I. Характеристика и состав биосферы.

В буквальном переводе термин “биосфера” обозначает сферу жизни и в таком смысле он впервые был введен в науку в 1875 г. австрийским геологом и палеонтологом Эдуардом Зюссом (1831 – 1914). Однако задолго до этого под другими названиями, в частности "пространство жизни", "картина природы", "живая оболочка Земли" и т.п., его содержание рассматривалось многими другими естествоиспытателями.

Первоначально под всеми этими терминами подразумевалась только совокупность живых организмов, обитающих на нашей планете, хотя иногда и указывалась их связь с географическими, геологическими и космическими процессами, но при этом скорее обращалось внимание на зависимость живой природы от сил и веществ неорганической природы. Даже автор самого термина "биосфера" Э.Зюсс в своей книге "Лик Земли", опубликованной спустя почти тридцать лет после введения термина (1909 г.), не замечал обратного воздействия биосферы и определял ее как "совокупность организмов, ограниченную в пространстве и во времени и обитающую на поверхности Земли".

Первым из биологов, который ясно указал на огромную роль живых организмов в образовании земной коры, был Ж.Б.Ламарк (1744 – 1829). Он подчеркивал, что все вещества, находящиеся на поверхности земного шара и образующие его кору, сформировались благодаря деятельности живых организмов.

Факты и положения о биосфере накапливались постепенно в связи с развитием ботаники, почвоведения, географии растений и других преимущественно биологических наук, а также геологических дисциплин. Те элементы знания, которые стали необходимыми для понимания биосферы в целом, оказались связанными с возникновением экологии, науки, которая изучает взаимоотношения организмов и окружающей среды. Биосфера является определенной природной системой, а ее существование в первую очередь выражается в круговороте энергии и веществ при участии живых организмов.

Очень важным для понимания биосферы было установление немецким физиологом Пфедером (1845 – 1920) трех способов питания живых организмов:

- * автотрофное – построение организма за счет использования веществ неорганической природы;
- * гетеротрофное – строение организма за счет использования низкомолекулярных органических соединений;
- * миксотрофное – смешанный тип построения организма (автотрофно-гетеротрофный).

Биосфера (в современном понимании) – своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами.

Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы.

- Атмосфера – наиболее легкая оболочка Земли, которая граничит с космическим пространством; через атмосферу осуществляется обмен вещества и энергии с космосом.

Атмосфера имеет несколько слоев:

- * тропосфера – нижний слой, примыкающий к поверхности Земли (высота 9–17 км). В нем сосредоточено около 80% газового состава атмосферы и весь водяной пар;
- * стратосфера;
- * мезосфера – там и в последующих слоях “живое вещество” отсутствует
- * ионосфера
- * магнитосфера (экзосфера).

Преобладающие элементы химического состава атмосферы: N_2 (78%), O_2 (21%), CO_2 (0,03%).

- Гидросфера – водная оболочка Земли. Вследствие высокой подвижности вода проникает повсеместно в различные природные образования, даже наиболее чистые атмосферные воды содержат от 10 до 50 мг/л растворимых веществ.

Преобладающие элементы химического состава гидросферы: Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , S, C.

Концентрация того или иного элемента в воде еще ничего не говорит о том, насколько он важен для растительных и животных организмов, обитающих в ней. В этом отношении ведущая роль принадлежит N, P, Si, которые усваиваются живыми организмами. Главной особенностью океанической воды является то, что основные ионы характеризуются постоянным соотношением во всем объеме мирового океана.

- Литосфера – внешняя твердая оболочка Земли, состоящая из осадочных и магматических пород. В настоящее время земной корой принято считать верхний слой твердого тела планеты, расположенный выше сейсмической границы Мохоровичича. Поверхностный слой литосферы, в котором осуществляется взаимодействие живой материи с минеральной (неорганической), представляет собой почву. Остатки организмов после разложения переходят в гумус (плодородную часть почвы). Составными частями почвы служат минералы, органические вещества, живые организмы, вода, газы.

Преобладающие элементы химического состава литосферы: O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K.

Ведущую роль выполняет кислород, на долю которого приходится половина массы земной коры и 92% ее объема, однако кислород прочно связан с другими элементами в главных породообразующих минералах. Т.о. в количественном отношении земная кора – это “царство” кислорода, химически связанного в ходе геологического развития земной коры.

Постепенно идея о тесной взаимосвязи между живой и неживой природой, об обратном воздействии живых организмов и их систем на окружающие их физические, химические и геологические факторы все настойчивее проникала в сознание ученых и находила реализацию в их конкретных исследованиях. Этому способствовали и перемены, произошедшие в общем подходе естествоиспытателей к изучению природы. Они все больше убеждались в том, что обособленное исследование явлений и процессов природы с позиций отдельных научных дисциплин оказывается неадекватным. Поэтому на рубеже XIX – XX вв. в науку все шире проникают идеи холистического, или целостного, подхода к изучению природы, которые в наше время сформировались в системный метод ее изучения.

Результаты такого подхода незамедлительно сказались при исследовании общих проблем воздействия биотических, или живых, факторов на абиотические, или физические, условия. Так, оказалось, например, что состав морской воды во многом определяется активностью морских организмов. Растения, живущие на песчаной почве, значительно изменяют ее структуру. Живые организмы контролируют даже состав нашей атмосферы. Число подобных примеров легко увеличить, и все они свидетельствуют о наличии обратной связи между живой и неживой природой, в результате которой живое вещество в значительной мере меняет лик нашей Земли. Таким образом, биосферу нельзя рассматривать в отрыве от неживой природы, от которой она, с одной стороны зависит, а с другой – сама воздействует на нее. Поэтому перед естествоиспытателями возникает задача – конкретно исследовать, каким

образом и в какой мере живое вещество влияет на физико-химические и геологические процессы, происходящие на поверхности Земли и в земной коре. Только подобный подход может дать ясное и глубокое представление о концепции биосферы. Такую задачу как раз и поставил перед собой выдающийся российский ученый Владимир Иванович Вернадский (1863 – 1945).

II. В.И.Вернадский о биосфере и “живом веществе”.

Центральным в этой концепции является понятие о живом веществе, которое В.И.Вернадский определяет как совокупность живых организмов. Кроме растений и животных, В.И.Вернадский включает сюда и человечество, влияние которого на геохимические процессы отличается от воздействия остальных живых существ, во-первых, своей интенсивностью, увеличивающейся с ходом геологического времени; во-вторых, тем воздействием, какое деятельность людей оказывает на остальное живое вещество.

Это воздействие сказывается прежде всего в создании многочисленных новых видов культурных растений и домашних животных. Такие виды не существовали раньше и без помощи человека либо погибают, либо превращаются в дикие породы. Поэтому Вернадский рассматривает геохимическую работу живого вещества в неразрывной связи животного, растительного царства и культурного человечества как работу единого целого.

По мнению В.И.Вернадского, в прошлом не придавали значения двум важным факторам, которые характеризуют живые тела и продукты их жизнедеятельности:

- * открытию Пастера о преобладании оптически активных соединений, связанных с дисимметричностью пространственной структуры молекул, как отличительной особенности живых тел;
- * недооценивался вклад живых организмов в энергетику биосферы и их влияние на неживые тела. Ведь в состав биосферы входит не только живое вещество, но и разнообразные неживые тела, которые В.И.Вернадский называет косными (атмосфера, горные породы, минералы и т. д.), а также и биокосные тела, образованные из разнородных живых и косных тел (почвы, поверхностные воды и т. п.). Хотя живое вещество по объему и весу составляет незначительную часть биосферы, но оно играет основную роль в геологических процессах, связанных с изменением облика нашей планеты.

Поскольку живое вещество является определяющим компонентом биосферы, постольку можно утверждать, что оно может существовать и развиваться только в рамках целостной системы биосферы. Не случайно поэтому В.И.Вернадский считает, что живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей.

Исходной основой существования биосферы и происходящих в ней биогеохимических процессов является астрономическое положение нашей планеты и в первую очередь ее расстояние от Солнца и наклон земной оси к эклиптике, или к плоскости земной орбиты. Это пространственное расположение Земли определяет в основном климат на планете, а последний в свою очередь – жизненные циклы всех существующих на ней организмов. Солнце является основным источником энергии биосферы и регулятором всех геологических, химических и биологических процессов на нашей планете. Эту ее роль образно выразил один из авторов закона сохранения и превращения энергии Юлиус Майер (1814 – 1878), отметивший, что жизнь есть создание солнечного луча.

Решающее отличие живого вещества от косного заключается в следующем:

- * изменения и процессы в живом веществе происходят значительно быстрее, чем в косных телах. Поэтому для характеристики изменений в живом веществе используется понятие исторического, а в косных телах – геологического времени. Для сравнения отметим, что секунда геологического времени соответствует примерно ста тысячам лет исторического;
- * в ходе геологического времени возрастают мощь живого вещества и его воздействие на косное вещество биосферы. Это воздействие, указывает В.И. Вернадский, проявляется

прежде всего "в непрерывном биогенном токе атомов из живого вещества в косное вещество биосферы и обратно";

- * только в живом веществе происходят качественные изменения организмов в ходе геологического времени. Процесс и механизмы этих изменений впервые нашли объяснение в теории происхождения видов путем естественного отбора Ч.Дарвина (1859 г.);
- * живые организмы изменяются в зависимости от изменения окружающей среды, адаптируются к ней и, согласно теории Дарвина, именно постепенное накопление таких изменений служит источником эволюции.

В.И.Вернадский высказывает предположение, что живое вещество имеет и свой процесс эволюции, проявляющийся в изменении с ходом геологического времени, вне зависимости от изменения среды.

Для подтверждения своей мысли он ссылается на непрерывный рост центральной нервной системы животных и ее значение в биосфере, а также на особую организованность самой биосферы. По его мнению, в упрощенной модели эту организованность можно выразить так, что ни одна из точек биосферы "не попадает в то же место, в ту же точку биосферы, в какой когда-нибудь была раньше". В современных терминах это явление можно описать как необратимость изменений, которые присущи любому процессу эволюции и развития.

Непрерывный процесс эволюции, сопровождающийся появлением новых видов организмов, оказывает воздействие на всю биосферу в целом, в том числе и на природные биокосные тела, например, почвы, наземные и подземные воды и т. д. Это подтверждается тем, что почвы и реки девона совсем другие, чем третичной и тем более нашей эпохи. Таким образом, эволюция видов постепенно распространяется и переходит на всю биосферу.

Поскольку эволюция и возникновение новых видов предполагают существование своего начала, постольку закономерно возникает вопрос: а есть ли такое начало у жизни? Если есть, то где его искать – на Земле или в Космосе? Может ли возникнуть живое из неживого?

Над этими вопросами на протяжении столетий задумывались многие религиозные деятели, представители искусства, философы и ученые. В.И.Вернадский подробно рассматривает наиболее интересные точки зрения, которые выдвигались выдающимися мыслителями разных эпох, и приходит к выводу, что никакого убедительного ответа на эти вопросы пока не существует. Сам он как ученый вначале придерживался эмпирического подхода к решению указанных вопросов, когда утверждал, что многочисленные попытки обнаружить в древних геологических слоях Земли следы присутствия каких-либо переходных форм жизни не увенчались успехом. Во всяком случае некоторые останки жизни были обнаружены даже в докембрийских слоях, насчитывающих 600 миллионов лет. Эти отрицательные результаты, по мнению В.И.Вернадского, дают возможность высказать предположение, что жизнь как материя и энергия существует во Вселенной вечно и поэтому не имеет своего начала. Но такое предположение есть не больше, чем эмпирическое обобщение, основанное на том, что следы живого вещества до сих пор не обнаружены в земных слоях. Чтобы стать научной гипотезой, оно должно быть согласовано с другими результатами научного познания, в том числе и с более широкими концепциями естествознания и философии. Во всяком случае нельзя не считаться со взглядами тех натуралистов и философов, которые защищали тезис о возникновении живой материи из неживой, а в настоящее время даже выдвигают достаточно обоснованные гипотезы и модели происхождения жизни.

Предположения относительно абиогенного, или неорганического, происхождения жизни делались неоднократно еще в античную эпоху, например, Аристотелем, который допускал возможность возникновения мелких организмов из неорганического вещества. С возникновением экспериментального естествознания и появлением таких наук, как геология, палеонтология и биология, такая точка зрения подверглась критике как не обоснованная эмпирическими фактами. Еще во второй половине XVII в. широкое распространение получил принцип, провозглашенный известным флорентийским врачом и натуралистом Ф.Реди, что все живое возникает из живого. Утверждению этого принципа содействовали исследования знаменитого английского физиолога Уильяма Гарвея (1578 – 1657), который считал, что всякое

животное происходит из яйца, хотя он и допускал возможность возникновения жизни абиогенным путем.

В дальнейшем, по мере проникновения физико-химических методов в биологические исследования снова и все настойчивее стали выдвигаться гипотезы об абиогенном происхождении жизни. Выше мы уже говорили о химической эволюции как предпосылке возникновения предбиотической, или предбиологической, стадии возникновения жизни. С указанными результатами не мог не считаться В.И. Вернадский, и поэтому его взгляды по этим вопросам не оставались неизменными, но, опираясь на почву точно установленных фактов, он не допускал ни божественного вмешательства, ни земного происхождения жизни. Он перенес возникновение жизни за пределы Земли, а также допускал возможность ее появления в биосфере при определенных условиях. Он писал: “Принцип Реди... не указывает на невозможность абиогенеза вне биосферы или при установлении наличия в биосфере (теперь или раньше) физико-химических явлений, не принятых при научном определении этой формы организованности земной оболочки.”

Несмотря на некоторые противоречия, учение Вернадского о биосфере представляет собой новый крупный шаг в понимании не только живой природы, но и ее неразрывной связи с исторической деятельностью человечества.

III. Биогенная миграция химических элементов и биогеохимические принципы.

По Вернадскому, работа живого вещества в биосфере может проявляться в двух основных формах:

- * химической (биохимической) – I род геологической деятельности;
- * механической – II род такой деятельности.

Геологическая деятельность I рода – построение тела организмов и переваривание пищи, – конечно, является более значительной. Классическим стало функциональное определение жизни, данное Фридрихом Энгельсом: “жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь”.

Сейчас появилась возможность вычислить скорость этого обмена. Так, по данным Л.Н.Тюрюканова, в пшенице, например, полная смена атомов происходит для фосфора за 15 суток, а для кальция – в 10 раз быстрее: за 1,5 суток! Собственно говоря, постоянный обмен веществ между живым организмом и внешней средой и обуславливает проявление большинства функций живого вещества в биосфере, которые мы рассмотрим и этой части книги. По подсчетам биолога П.Б.Гофмана-Кадошников, в течение жизни человека через его тело проходит 75 т воды, 17 т углеродов, 2,5 т белков, 1,3 т жиров. Между тем по геохимическому эффекту своей физиологической деятельности человек отнюдь не самый важный вид разнородного живого вещества биосферы. Геохимический эффект физиологической деятельности организмов обратно пропорционален их размерам, и наиболее значимой оказывается деятельность прокариотов – бактерий и цианобактерий.

Большое значение имеет также количество пропускаемого через организм вещества. В этом отношении максимальный геохимический эффект на суше имеют грунтоеды, а в океане – илоеды и фильтраторы. Еще Чарлз Дарвин подсчитал, что слой экскрементов, выделяемых дождевыми червями на плодородных почвах Англии, составляет около 5 мм в год! Таким образом, почвенный пласт мощностью в 1 м дождевые черви полностью пропускают через свой кишечник за 200 лет. В океане с дождевыми червями по “пропускной способности” могут конкурировать их близкие родственники, представители того же типа кольчатых червей – полихеты, а также ракообразные. Достаточно 40 экземпляров полихет на 1 м², чтобы поверхностный слой донных осадков мощностью в 20 – 30 см ежегодно проходил через их кишечник. Субстрат при этом существенно обогащается кальцием, железом, магнием, калием и фосфором по сравнению с исходными илами.

Копролиты (ископаемые остатки экскрементов) известны в геологических отложениях, начиная с ордовика, однако бесспорно, что большинство их при геологических описаниях не учитывается. Происходит это из-за слабой изученности вопроса и из-за отсутствия диагностических признаков для определения копролитов.

Между тем в донных отложениях современных водоемов фекальные комочки беспозвоночных распространены очень широко и нередко являются основной частью осадка. В южной Атлантике, например, илы почти нацело слагаются фекалиями планктонных ракообразных, а по берегам Северного моря донные осадки, образованные фекалиями мидий, имеют мощность до 8 м.

Биогенная миграция атомов II рода – механическая – отчетливо проявляется в наземных экосистемах с хорошо развитым почвенным покровом, позволяющим животным создавать глубокие укрытия (гнездовые камеры термитов, например, расположены на глубине 2 – 4 м от поверхности). Благодаря выбросам землероев, в верхние слои почвы попадают первичные не выветрившиеся минералы, которые, разлагаясь, вовлекаются в биологический круговорот. Недаром известный геолог Г.Ф.Мирчинк (1889 – 1942) называл сурка-гарбагана “лучшим геологом Забайкалья” – его норы окружены “коллекциями” горных пород, добытых с глубины нескольких метров!

Понятие “нора” и “гнездо” обычно ассоциируются у нас с грызунами и птицами. Между тем биогенная миграция атомов II рода распространена не только в наземных, но и в морских экосистемах, и здесь ее роль, может быть, еще более значительна. На дне моря организмы строят себе укрытия не только в мягком, но и в скальном грунте. Олигохеты и полихеты углубляются в грунт на 40 см и более. Двустворчатые моллюски зарываются обычно неглубоко, но некоторые из них – солениды и миа – роют норы, которые достигают глубины нескольких метров. В зоне прибоя и на перемываемом волнами песке сверлят скальные породы водоросли и губки, бактерии и моллюски, полихеты, морские ежи, рачки.

Сверлильщики появились в далеком геологическом прошлом. Источенные ими породы находят даже в докембрийских отложениях; и поныне они продолжают свою разрушительную работу. Сверлящая деятельность моллюсков фолад вызывает иногда катастрофические последствия. Когда в районе Сочи в результате непродуманного строительства берег обнажился от гальки, он начал отступать со скоростью до 4 м в год. Главным виновником разрушения были фолады, которые заселили каждый метр скального берега, сложенного глинистыми сланцами, и принялись дружно сверлить себе подводные норки. К счастью, был найден выход: берег стали укреплять поперечными стенками, а между ними засыпать гальку. В результате сверлильщики были уничтожены, движущаяся под ударами волн галька перемолола их. А в Западной Европе не менее опасную деятельность проводит случайно завезенный из Китая мохнаторукий краб – он проник во многие реки, и, строя свои норы, подрывает берега и разрушает плотины.

К биогенной миграции II рода можно отнести и перемещение самого живого вещества. Сюда относятся сезонные перелеты птиц, перемещения животных в поисках корма, массовые миграции животных. Естественно, что все эти разнообразные формы движения живого вызывают и транспортировку небиогенного вещества.

“Биогеохимические принципы” В.И.Вернадского:

- * I принцип: “Биогенная миграция атомов химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению”.
- * II принцип: “Эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию форм жизни устойчивых в биосфере, идет в направлении, увеличивающем биогенную миграцию атомов биосферы” (или в другой формулировке: “При эволюции видов выживают те организмы, которые своею жизнью увеличивают биогенную геохимическую энергию”).
- * III принцип: “В течение всего геологического времени, с криптозооя, заселение планеты должно было быть максимально возможное для всего живого вещества, которое тогда существовало”.

Для Вернадского I биогеохимический принцип был тесно связан со способностью живого вещества неограниченно размножаться в оптимальных условиях. “Вихрь атомов”, который представляет собой жизнь, по определению Жоржа Кювье, стремится к безграничной экспансии. Следствием этого и является максимальное проявление биогенной миграции атомов в биосфере.

II биогеохимический принцип, по существу, затрагивает кардинальную проблему современной биологической теории – вопрос о направленности эволюции организмов. По мысли Вернадского, преимущества в ходе эволюции получают те организмы, которые приобрели способность усваивать новые формы энергии или “научились” полнее использовать химическую энергию, запасенную в других организмах. В ходе биологической эволюции, таким образом, увеличивается “КПД” биосферы в целом. Чисто математически это показал В.В.Алексеев, который на основе расчетов пришел к следующим выводам: “Эволюция должна идти в направлении увеличения скорости обмена веществом в системе”. И далее: “Становится понятным, почему образовались ферменты, роль которых заключается в резком увеличении скоростей реакций, идущих при обычных условиях исключительно медленно”.

II биохимический принцип Вернадского получает подтверждения на самом разнообразном эмпирическом материале. Так, в 1956 году почвовед В.Л.Ковда изложил результаты химического исследования более 1300 образцов золы современных высших растений. На этом обширнейшем фактическом материале автор пришел к выводу, что (за несколькими исключениями) зольность растений возрастает от представителей древних таксонов к более молодым. Эта закономерность – одно из частных проявлений II биогеохимического принципа. Вообще же его проявления в биосфере очень многообразны и довольно неожиданны. Возьмем другой пример из области ботаники.

Магаданский ботаник А.П.Хохряков недавно установил своеобразную направленность эволюции высших растений – интенсификацию смен органов в ходе индивидуального развития организма. “Так, по мнению Хохрякова, у древних древовидных плаунов – лепидодендронов – смене была подвержена только часть листьев. У более продвинутых в эволюционном отношении растений – папоротникообразных – опадают также только листья, но у них в единицу времени по отношению к массе всего тела сменяется большая часть, чем у лепидодендронов. У наиболее примитивных голосеменных – саговников – сменам также подвержены только листья, да и то за исключением оснований. У хвойных периодически сменяются ветви и кора. Наконец, на примере цветковых мы наиболее четко видим переход от многолетних форм (деревья и кустарники) к однолетним (травы). Этот же переход наблюдается и у других таксонов высших растений: среди древних хвощей и плаунов господствовали древовидные формы, а современные нам овощи и плауны – травы; среди папоротников в геологическом прошлом было много древовидных, а сейчас древовидные папоротники вымирают. Такая интенсификация смен, естественно, приводит к усилению биогенной миграции атомов в биосфере. И здесь “работает” II принцип...

III биогеохимический принцип также связан со “всюдностью” или “давлением” жизни. Этот фактор обеспечивает безостановочный захват живым веществом любой территории, где возможно нормальное функционирование живых организмов.

IV. Биосфера и человек. Ноосфера.

Вернадский, анализируя геологическую историю Земли, утверждает, что наблюдается переход биосферы в новое состояние – в ноосферу под действием новой геологической силы, научной мысли человечества. Однако в трудах Вернадского нет законченного и непротиворечивого толкования сущности материальной ноосферы как преобразованной биосферы. В одних случаях он писал о ноосфере в будущем времени (она еще не наступила), в других в настоящем (мы входим в нее), а иногда связывал формирование ноосферы с появлением человека разумного или с возникновением промышленного производства. Надо

заметить, что когда в качестве минералога Вернадский писал о геологической деятельности человека, он еще не употреблял понятий “ноосфера” и даже “биосфера”. О формировании на Земле ноосферы он 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 Вернадского позволяют более обоснованно ответить на поставленный вопрос, поскольку в них указан ряд конкретных условий, необходимых для становления и существования ноосферы. Перечислим эти условия:

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 и политических построений 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 чрезвычайно ослабить болезни;
11. разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать ее способной удовлетворить все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения;
12. исключение войн из жизни общества.

Проследим, насколько выполняются эти условия в современном мире и остановимся более подробно на некоторых из них.

1. Заселение человеком всей планеты. Это условие выполнено. На Земле не осталось мест, где не ступала бы нога человека. Он обосновался даже в Антарктиде.
2. Резкое преобразование средств связи и обмена между странами. Это условие также можно считать выполненным. С помощью радио и телевидения мы моментально узнаем о событиях в любой точке земного шара. Средства коммуникации постоянно совершенствуются, ускоряются, появляются такие возможности, о которых недавно трудно было мечтать. И здесь нельзя не вспомнить пророческих слов Вернадского: “Этот процесс – полного заселения биосферы человеком – обусловлен ходом истории научной мысли, неразрывно связан со скоростью сношений, с успехами техники передвижения, с возможностью мгновенной передачи мысли, ее одновременного обсуждения на всей планете.” До недавнего времени средства телекоммуникации ограничивались телеграфом, телефоном, радио и телевидением, о которых писал еще Вернадский. Имелась возможность передавать данные от одного компьютера к другому при помощи модема, подключенного к телефонной линии, документы на бумаге передавались с помощью факсимильных аппаратов. Только в последние годы развитие глобальной телекоммуникационной компьютерной сети Internet дало начало настоящей революции в человеческой цивилизации, которая входит сейчас в эру информации. В 1968 году Министерство Обороны США озаботилось связью множества своих компьютеров в специальную сеть, которая должна была способствовать научным исследованиям в военно-промышленной сфере. Изначально к этой сети было предъявлено требование устойчивости к частичным повреждениям: любая часть сети может исчезнуть в любой момент. И в этих условиях всегда должно было быть возможным установить связь между компьютером-источником и компьютером-приемником информации (станцией назначения). Разработка проекта такой сети и его осуществление было поручено ARPA – Advanced Research Projects

Agency – Управлению передовых исследований Министерства Обороны. Через пять лет напряженной работы такая сеть была создана и получила название ARPAnet. В течение первых десяти лет развитие компьютерных сетей шло незаметно – их услугами пользовались только специалисты по вычислительной и военной технике. Но с развитием локальных сетей, объединяющих компьютеры в пределах одной какой-либо организации, появилась потребность связать воедино локальные сети различных организаций. Время от времени предпринимались попытки использовать для этого уже готовую сеть ARPAnet, но бюрократы Министерства Обороны были против. Жизнь требовала быстрых решений, поэтому за основу будущей сети сетей Internet была взята структура уже существующей сети ARPAnet. В 1973 году было организовано первое международное подключение – к сети подключились Англия и Норвегия. Однако причиной начала взрывного роста сети Internet в конце 80-х годов стали усилия NSF (National Science Foundation – Национальный научный фонд США) и других академических организаций и научных фондов всего мира по подключению научных учреждений к сети. Рост и развитие сети Internet, совершенствование вычислительной и коммуникационной техники идет сейчас подобно тому, как идет размножение и эволюция живых организмов. На это в свое время обратил внимание Вернадский: “Со скоростью, сравнимой скоростью размножения, выражаемой геометрической прогрессией в ходе времени, создается этим путем в биосфере все растущее множество новых для нее косных природных тел и новых больших природных явлений.” “...Ход научной мысли, например, в создании машин, как давно замечено, совершенно аналогичен ходу размножения организмов.” Если раньше сетью пользовались только исследователи в области информатики, государственные служащие и подрядчики, то теперь практически любой желающий может получить доступ к ней. И здесь мы видим воплощение мечты Вернадского о благоприятной среде для развития научной работы, популяризации научного знания, об интернациональности науки. Действительно, если раньше людей разделяли границы и огромные расстояния, то теперь, возможно, только языковой барьер. “Всякий научный факт, всякое научное наблюдение, – писал Вернадский, – где бы и кем бы они ни были сделаны, поступают в единый научный аппарат, в нем классифицируются и приводятся к единой форме, сразу становятся общим достоянием для критики, размышлений и научной работы.” Но если раньше для того, чтобы вышла в свет научная работа, чтобы научная мысль стала известной миру, требовались годы, то сейчас любой ученый, имеющий доступ к сети Internet, может представить свой труд, например, в виде так называемой WWW странички (World-Wide Web – “Всемирная паутина”) на обозрение всем пользователям сети, причем не только текст статьи и рисунки (как на бумаге), но и подвижные иллюстрации, а иногда и звуковое сопровождение. Сейчас сеть Internet – это мировое сообщество около 30 тысяч компьютерных сетей, взаимодействующих между собой. Население Internet уже составляет почти 30 миллионов пользователей и около 10 миллионов компьютеров, причем количество узлов каждые полтора года удваивается. Вернадский писал: “Скоро можно будет сделать видными для всех события, происходящие за тысячи километров”. Можно считать, что и это предсказание Вернадского сбылось.

3. Усиление связей, в том числе политических, между всеми странами Земли. Это условие можно считать если не выполненным, то выполняющимся. Возникшая после второй мировой войны Организация Объединенных наций (ООН) оказалась гораздо более устойчивой и действенной, чем Лига наций, существовавшая в Женеве с 1919 г. по 1946 г.

4. Начало преобладания геологической роли человека над другими геологическими процессами, протекающими в биосфере. Это условие также можно считать выполненным, хотя именно преобладание геологической роли человека в ряде случаев привело к тяжелым экологическим последствиям. Объем горных пород, извлекаемых из глубин Земли всеми шахтами и карьерами мира, сейчас почти в два раза превышает средний объем лав и пеплов, выносимых ежегодно всеми вулканами Земли.

5. Расширение границ биосферы и выход в космос. В работах последнего десятилетия жизни Вернадский не считал границы биосферы постоянными. Он подчеркивал расширение их в прошлом как итог выхода живого вещества на сушу, появления высокоствольной

растительности, летающих насекомых, а позднее летающих ящеров и птиц. В процессе перехода в ноосферу границы биосферы должны расширяться, а человек должен выйти в космос. Эти предсказания сбылись.

6. Открытие новых источников энергии. Условие выполнено, но, к сожалению, с трагическими последствиями. Атомная энергия давно освоена и в мирных, и в военных целях. Человечество (а точнее политики) явно не готово ограничиться мирными целями, более того – атомная (ядерная) сила вошла в наш век прежде всего как военное средство и средство устрашения противостоящих ядерных держав. Вопрос об использовании атомной энергии глубоко волновал Вернадского еще более полувека назад. В предисловии к книге “Очерки и речи” он пророчески писал: “Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет... Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение? Дорос ли он до умения использовать ту силу, которую неизбежно должна ему дать наука?” Огромный ядерный потенциал поддерживается чувством взаимного страха и стремлением одной из сторон к зыбкому превосходству. Могущество нового источника энергии оказалось сомнительным, он пришелся не ко времени и попал не в те руки. Для развития международного сотрудничества в области мирного использования атомной энергии в 1957 году создано Международное Агентство по Атомной Энергии (МАГАТЭ), объединявшее к 1981 году 111 государств.

7. Равенство людей всех рас и религий. Это условие если не достигнуто, то, во всяком случае, достигается. Решительным шагом для установления равенства людей различных рас и вероисповеданий было разрушение в конце прошлого века колониальных империй.

8. Увеличение роли народных масс в решении вопросов внешней и внутренней политики. Это условие соблюдается во всех странах с парламентской формой правления.

9. Свобода научной мысли и научного искания от давления религиозных, философских и политических построений и создание в государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли. Трудно говорить о выполнении этого условия в стране, где еще совсем недавно наука находилась под колоссальным гнетом определенных философских и политических построений. Сейчас наука от таких давлений свободна, однако из-за тяжелого экономического положения в российской науке многие ученые вынуждены зарабатывать себе на жизнь ненаучным трудом, другие уезжают за границу. Для поддержания российской науки созданы международные фонды. В развитых и даже развивающихся странах, что мы видим на примере Индии, государственный и общественный строй создают режим максимального благоприятствования для свободной научной мысли.

10. Продуманная система народного образования и подъем благосостояния трудящихся. Создание реальной возможности не допустить недоедания и голода, нищеты и чрезвычайно ослабить болезни. Однако Вернадский предупреждал, что процесс перехода биосферы в ноосферу не может происходить постепенно и однонаправлено, что на этом пути временные отступления неизбежны. И обстановку, сложившуюся сейчас в нашей стране, можно рассматривать как явление временное и преходящее.

11. Разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать ее способной удовлетворить все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения. Это условие, особенно в нашей стране, не может считаться выполненным, однако первые шаги в направлении разумного преобразования природы во второй половине XX века несомненно начали осуществляться. В современный период происходит интеграция наук на базе экологических идей. Вся система научного знания дает фундамент для экологических задач. Об этом также говорил Вернадский, стремясь создать единую науку о биосфере. Экологизация западного сознания происходила начиная с 70-х годов, создавая условия для возникновения экофильной цивилизации. Сейчас экстремистская форма зеленого движения оказалась там уже не нужной, поскольку заработали государственные механизмы регулирования экологических проблем. В СССР до 80-х годов считалось, что социалистическое хозяйство препятствует угрозе экологического кризиса. В период перестройки этот миф развеялся, активизировалось движение зеленых. Однако в современный

период политическое руководство переориентировалось в основном на решение экономических проблем, проблемы экологии отошли на задний план. В мировом масштабе для разрешения экологической проблемы в условиях роста населения планеты требуется способность решения глобальных проблем, что в условиях суверенитета различных государств кажется сомнительным.

12. Исключение войн из жизни общества.

Таким образом, мы видим, что налицо все те конкретные признаки, все или почти все условия, 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 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, он ошибался. Ноосферу следует принимать как символ веры, как идеал разумного человеческого вмешательства в биосферные процессы под влиянием научных достижений.

V. Роль человеческого фактора в развитии биосферы.

Центральной темой учения о ноосфере является единство биосферы и человечества. Вернадский в своих работах раскрывает корни этого единства, значение организованности биосферы в развитии человечества. Это позволяет понять место и роль исторического развития человечества в эволюции биосферы, закономерности ее перехода в ноосферу.

Одной из ключевых идей, лежащих в основе теории Вернадского о ноосфере, является то, что человек не является самостоятельным живым существом, живущим отдельно по своим законам, он сосуществует внутри природы и является частью ее. Это единство обусловлено прежде всего функциональной неразрывностью окружающей среды и человека, которую пытался показать Вернадский как биогеохимик. Человечество само по себе есть природное явление и естественно, что влияние биосферы сказывается не только на среде жизни но и на образе мысли.

Но не только природа оказывает влияние на человека, существует и обратная связь. Причем она не поверхностная, отражающая физическое влияние человека на окружающую среду, она гораздо глубже. Это доказывает тот факт, что в последнее время заметно активизировались планетарные геологические силы. "...мы все больше и ярче видим в действии окружающие нас геологические силы. Это совпало, едва ли случайно, с проникновением в научное сознание убеждения о геологическом значении Homo sapiens, с выявлением нового состояния биосферы — ноосферы — и является одной из форм ее выражения. Оно связано, конечно, прежде всего с уточнением естественной научной работы и мысли в пределах биосферы, где живое вещество играет основную роль." Так, в последнее время резко меняется отражение живых существ на окружающей природе. Благодаря этому процесс эволюции переносится в область минералов. Резко меняются почвы, воды и воздух. То есть эволюция видов сама превратилась в геологический процесс, так как в процессе эволюции появилась новая геологическая сила. Вернадский писал: "Эволюция видов переходит в эволюцию биосферы".

Здесь естественно напрашивается вывод о том, что геологической силой является собственно вовсе не Homo Sapiens, а его разум, научная мысль социального человечества. В "Философских мыслях натуралиста" Вернадский писал: "Мы как раз переживаем ее яркое вхождение в геологическую историю планеты. В последние тысячелетия наблюдается интенсивный рост влияния одного видového живого вещества — цивилизованного человечества — на изменение биосферы. Под влиянием научной мысли и человеческого труда биосфера переходит в новое состояние — в ноосферу".

Мы являемся наблюдателями и исполнителями глубокого изменения биосферы. Причем перестройка окружающей среды научной человеческой мыслью посредством организованного труда вряд ли является стихийным процессом. Корни этого лежат в самой природе и были заложены еще миллионы лет назад в ходе естественного процесса эволюции. “Человек... составляет неизбежное проявление большого природного процесса, закономерно длящегося в течение, по крайней мере, двух миллиардов лет”.

Отсюда, кстати, можно заключить что высказывания о самоистреблении человечества, о крушении цивилизации не имеют под собой веских оснований. Было бы по меньшей мере странно, если бы научная мысль – порождение естественного геологического процесса противоречила бы самому процессу. Мы стоим на пороге революционных изменений в окружающей среде: биосфера посредством переработки научной мыслью переходит в новое эволюционное состояние – ноосферу.

Заселяя все уголки нашей планеты, опираясь на государственно организованную научную мысль и на ее порождение, технику, человек создал в биосфере новую биогенную силу, поддерживающую размножение и дальнейшее заселение различных частей биосферы. Причем вместе с расширением области жительства, человечество начинает представлять себя все более сплоченную массу, так как развивающие средства связи – средства передачи мысли окутывают весь Земной шар. “Этот процесс – полного заселения биосферы человеком – обусловлен ходом истории научной мысли, неразрывно связан со скоростью сношений, с успехами техники передвижения, с возможностью мгновенной передачи мысли, ее одновременного обсуждения всюду на планете”.

При этом человек впервые реально понял, что он житель планеты и может и должен мыслить и действовать в новом аспекте, не только в аспекте отдельной личности, семьи или рода, государств или их союзов, но и в планетном аспекте. Он, как и все живое, может мыслить и действовать в планетном аспекте только в области жизни — в биосфере, в определенной земной оболочке, с которой он неразрывно, закономерно связан и уйти из которой он не может. Его существование есть ее функция. Он несет ее с собой всюду. И он ее неизбежно, закономерно, непрерывно изменяет. Похоже, что впервые мы находимся в условиях единого геологического исторического процесса, охватившего одновременно всю планету. XX век характерен тем, что любые происходящие на планете события связываются в единое целое. И с каждым днем социальная, научная и культурная связанность человечества только усиливается и углубляется. “Увеличение вселенскости, спаянности всех человеческих обществ непрерывно растет и становится заметным в немногие годы чуть не ежегодно”.

Результат всех вышеперечисленных изменений в биосфере планеты дал повод французскому геологу Тейяр де Шардену заключить, что биосфера в настоящий момент быстро геологически переходит в новое состояние – в ноосферу, то есть такое состояние в котором человеческий разум и направляемая им работа представляют собой новую мощную геологическую силу. Это совпало, видимо не случайно, с тем моментом когда человек заселил всю планету, все человечество экономически объединилось в единое целое и научная мысль всего человечества слилась воедино, благодаря успехам в технике связи. Таким образом:

- * Человек, как он наблюдается в природе, как и все живые организмы, как всякое живое вещество, есть определенная функция биосферы, в определенном ее пространстве-времени;
- * Человек во всех его проявлениях представляет собой часть биосферы;
- * Прорыв научной мысли подготовлен всем прошлым биосферы и имеет эволюционные корни. Ноосфера – это биосфера, переработанная научной мыслью, подготавливающейся всем прошлым планеты, а не кратковременное и переходящее геологическое явление.

Вернадский неоднократно отмечал, что “цивилизация “культурного человечества” — поскольку она является формой организации новой геологической силы, создавшейся в биосфере,— не может прерваться и уничтожиться, так как это есть большое природное явление, отвечающее исторически, вернее, геологически сложившейся организованности биосферы. Образуя ноосферу, она всеми корнями связывается с этой земной оболочкой, чего раньше в истории человечества в сколько-нибудь сравнимой мере не было”.

Многое из того, о чем писал Вернадский, становится достоянием сегодняшнего дня. Современны и понятны нам его мысли о целостности, неделимости цивилизации, о единстве биосферы и человечества. Переломный момент в истории человечества, о чем сегодня говорят ученые, политики, публицисты, был увиден Вернадским.

Вернадский видел неизбежность ноосферы, подготавливаемой как эволюцией биосферы, так и историческим развитием человечества. С точки зрения ноосферного подхода по-иному видятся и современные болевые точки развития мировой цивилизации. Варварское отношение к биосфере, угроза мировой экологической катастрофы, производство средств массового уничтожения — все это должно иметь преходящее значение. Вопрос о коренном повороте к истокам жизни, к организованности биосферы в современных условиях должен звучать как набат, призыв к тому, чтобы мыслить и действовать, в биосферном – планетном аспекте.

Использованная литература.

Аллен Р.Д. "Наука о жизни", М. – 1981г.

Вернадский В.И. "Философские мысли натуралиста", М.– 1988г.

Вернадский В.И. "Биосфера и ноосфера", М.– 1989г.

Под ред. проф. Банникова А.Г. "Заповедники Советского Союза" М. "Колос" 1989 г.

Вернадский В.И. "Научная мысль как планетное явление", М. – 1989г.

Вернадский В.И. "Начало и вечность жизни", М.– 1989г

Бобров Р. "Все о национальных парках" М. - 1987 г.

Лемеза Н.А. "Биология. Домашний репетитор", М. – 1997г.

Смолина Н.С. "Россия и Запад в отечественной публицистике 19 века", М. – 1995г.

Лекция №8

Экология человека. Окружающая среда и здоровье человека

ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) так определяет здоровье – это состояние полного телесного, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и повреждений. Здоровье зависит от окружающей среды, функции человеческих органов и систем уравновешены со внешней средой, отсутствуют болезненные изменения.

Показателями общественного здоровья являются смертность, средняя продолжительность жизни (в годах) и уровень детской смертности (на 1000 новорожденных). СПЖ в 1986 г. 66,6 лет для мужчин и 76,6 лет для женщин, в 1993 г. соответственно 59 и 70 лет.

Здоровье на 50% зависит от образа жизни, на 20% - от генетического фактора, на 10% от работы органов здравоохранения и на 20% от состояния окружающей среды.

Кризис здоровья наблюдается во всем мире: в развивающихся странах инфекционные болезни, недостаток пищи, грязная вода, низкий уровень здравоохранения; в развитых странах растет уровень онкозаболеваний, сердечно-сосудистых, респираторных и аллергических.

Римский клуб определил основные характеристики кризиса здоровья: демографические, социально-экологические, медицинские аспекты, индивидуальное самочувствие.

Социально-экономические: неравенство в здоровье, обеспеченности в пище, уровень грамотности, занятость, ВВП. В развитых странах приходится 1 врач на 520 человек, 10% ВВП направляется на улучшение здравоохранения. В развивающихся странах 1 врач на 17 тыс. человек, 1% ВВП – на здравоохранение. СПЖ в Эфиопии 45 лет, в Японии 80 лет. Младенческая смертность в Индии 80 на 1000 новорожденных, в Швеции 4 на 1000 . Наблюдается общий рост населения, старение населения.

Медицинские: заболеваемость, смертность, инвалидность, рождаемость детей с низким весом.

Индивидуальное самочувствие: отражение субъективной оценки состояния здоровья. Личные ощущения (счастья, удовлетворенности жизнью). Индивидуальное самочувствие – отражение духовного здоровья (вера в себя, образ мышления, привычки, чувства).

Демографические: В начале 20 в. население планеты составляло 1,7 млрд. человек, в 2000 году – 6 млрд. человек. Каждую минуту рождается 150 человек. Каждый год – 80 млн. Прогноз: при сохранении таких темпов роста населения в 2010 г. ожидается 7 млрд человек, в 2020 г.- 8 млрд, в 2200 г. – 11,5 млрд. На уровне 10-12 млрд чел. наступит стабилизация. Распределение населения Север-Юг:

1950г.	1980 г.	2025г.
33%-67%	25%-75%	16%-84%

33% населения Земли потребляет 85% природных ресурсов. Н.Н.Моисеев ввел понятие «золотой миллиард» – это население развитых, богатых стран.

Влияние роста народонаселения на окружающую среду:

1. увеличение антропогенного давления на природные системы Земли. Необходимо увеличить производство продовольствия, что приведет к увеличению площади посевов или сверхэксплуатации имеющихся земель (это ведет к эрозии, опустыниванию и токсификации земель).
2. Увеличение промышленного производства ведет к увеличению расхода топлива, энергии и сырья.
3. Рост отходов антропогенной деятельности.

Как ограничить быстрый рост?

- контроль над рождаемостью
- рост социально-экономического благосостояния.

Эколого-зависимые заболевания

Раковые заболевания. Многочисленные исследования канцерогенных (вызывающих злокачественные новообразования) веществ показали, что их влияние на возникновение и развитие раковых заболеваний зависит не столько от их концентрации, сколько от постоянства их суммирующегося влияния в течение неопределенно долгого времени. При современном уровне знаний практически невозможно установить пороговые величины допустимых концентраций или доз, ниже которых опасность поражения отсутствует. Действительно, если все показатели устойчивого воздействия сохраняются и после удаления вызвавшего это воздействие вещества, то даже самые ничтожные его концентрации могут быть опасными в том случае, если они систематически проникают в организм в течение длительного периода.

Возможно, что частое воздействие малых концентраций усиливает их влияние на организм человека. Нельзя также исключать априори возможность суммирования действия и других канцерогенных веществ, находящихся, например, в табаке, некоторых лекарствах или же продуктах питания.

Каждая пятая смерть на Земле – от рака. Основные факторы: химические (на 80%), физические (10%) и биологические, вирусы (10%). Вещества, провоцирующие возникновение онкозаболеваний – канцерогены. Большинство канцерогенов – мутагены.

В Норильске заболеваемость раком в 4,5 раза выше, чем в других регионах.

Аллергические заболевания. Аллергия – это изменение реактивности организма к внешним воздействиям, которое может привести к повреждениям тканей или гибели организма в результате осуществления иммунных реакций, направленных на антиген-аллерген.

Болезни дыхательных путей. Под термином «болезни дыхательных путей» понимают ряд различных заболеваний (бронхиты, эмфизема, астма), которые часто бывают настолько сходны по своим симптомам, что их трудно отделить одно от другого.

К веществам, загрязняющим атмосферный воздух и действующим раздражающе на дыхательные пути, относятся SO_2 и SO_3 , азотистые пары, HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , H_2S , фосфор и его соединения. Механизм их воздействия на органы

дыхания, а также вызываемые ими специфичные реакции изучались в экспериментах на животных.

На основании этой предварительной оценки была создана шкала степени насыщения крови окисью углерода, позволяющая устанавливать содержание в крови карбоксигемоглобина. Для жителей больших городов учитывают начальное содержание карбоксигемоглобина в крови, не являющееся опасным, если оно не превышает 1,6%.

«Значительная» степень насыщения достигается при 4,8% карбоксигемоглобина в крови, а «очень высокая» степень насыщения равна 9,6%.

При остром отравлении окисью углерода смерть наступает, если степень насыщения крови карбоксигемоглобином достигает 65%.

Основные виды воздействия загрязняющих веществ на организм человека

Действие тяжелых металлов.

Свинец. Воздействие больших концентраций свинца может вызвать острое отравление человека, меньших концентраций, которые и встречаются в атмосфере, - хроническое отравление.

Поступающий в организм человека свинец влияет на развитие и старение красных кровяных телец (эритроцитов). Классические признаки хронического отравления свинцом очень редко отмечаются у людей, длительное время дышавших атмосферным воздухом, содержащим свинец или его соединения. Основным показателем хронической интоксикации является увеличение количества свинца в различных органах человека.

Специальные исследования показали, что в крови городских жителей содержание свинца выше, чем у сельского населения.

Ртуть. Массовая интоксикация метилртутью произошла в г. Минимата (Япония) из-за сброса в воды залива отходов производства хлористого винила и ацетальдегида. Эпидемия, начавшаяся в 1953 г. и связанная с потреблением отравленной рыбы, характеризовалась у больных дисфункцией центральной нервной системы, нарушением зрения. Из 116 официально зарегистрированных больных 46 умерли, остальные остались инвалидами. При этом сброс ядовитых отходов продолжался вплоть до 1968 г.

Кадмий. Отравление кадмием проявляется в повышенной ломкости костей, смертность достигает 50%.

Ртуть и кадмий — не единственные содержащиеся в воде металлы, которые являются загрязнителями пищи. В настоящее время наблюдается глобальное загрязнение Мирового океана ртутью, свинцом и кадмием, региональные загрязнения медью и мышьяком, локальные загрязнения — цинком, марганцем, хромом, селеном, сурьмой, железом. Объединенная комиссия ФАО и ВОЗ по Пищевому кодексу ввела обязательный при международной торговле контроль на содержание в пищевых продуктах и напитках семи наиболее токсичных элементов: ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, медь, олово и железо. Утверждение этого списка вовсе не означает, что другие элементы являются безвредными. По

крайней мере, еще 6—7 элементов в некоторых продуктах и в определенных концентрациях могут представлять опасность для здоровья человека. Так, мутации хромосом человека вызывают хром, бериллий, мышьяк, никель, ртуть, кадмий, свинец, а раковые опухоли — мышьяк, никель, бериллий, свинец, кадмий, ртуть.

Полихлордифенилы (ПХД) — сложные хлорорганические вещества, применяемые в электротехнике. ПХД откладываются в тканях рыб и животных, ослабляя иммунную систему, вызывая отравления, поражая детородные органы. ПХД не выводится из организма, разрушает центральную нервную систему и вызывает раковые заболевания. Детеныши рождаются мертвыми. Особо опасны для людей. Когда в результате аварии яд осел на дне реки Гудзон, власти Нью-Йорка затратили 27 млн. долларов на очистку 12 км устья реки.

Нефтепродукты. К сожалению, нефтепродуктами сейчас загрязнены не только пресноводные источники, но и Мировой океан. Немецкие ученые подсчитали — ежегодно на морских трассах может возникать не менее 10000 опасных для танкеров ситуаций. При этом около миллиарда тонн нефтепродуктов могут вылиться в океан. В Мировой океан поступает около 10 млн. т нефти в год. 1/3 водной поверхности покрыта нефтяной пленкой.

Действие окислов азота. Обычно действие окиси азота (NO) оценивается по его двуокиси (NO₂), так как находящаяся в воздухе окись очень быстро окисляется и переходит в двуокись.

Человек, находившийся в атмосфере со смертельной концентрацией двуокиси азота, в течение первых часов после ее воздействия не ощущает никаких недомоганий. В конце восьмого часа появляются удушье, тошнота, боли в животе, кашель, учащается пульс, после чего наступает расстройство сердечной деятельности. В большинстве случаев смерть фиксируется через 8 – 48 часов.

Концентрации более 50 см³/м³, раздражающие слизистые оболочки глаз и носа, должны также рассматриваться как опасные при воздействии небольшой продолжительности.

Обследования рабочих показали, что длительное воздействие двуокиси азота с концентрациями от 25 до 100 см³/м³ вызывает раздражение легких.

Действие азотной кислоты (HNO₃). Пары азотной кислоты действуют раздражающе на кожу, слизистые оболочки глаз и органов дыхания, а также разрушают зубы. Случаи, при которых содержание этих паров в атмосфере достигает опасных концентраций, чрезвычайно редки, так как обычно своевременно принимаются необходимые меры по их предупреждению.

Действие соединений фтора. Легкие симптомы поражения зубов появляются у человека в том случае, если он ежедневно поглощает около 0,1 мг фтора на 1 кг собственного веса. Остеосклероз развивается лишь в результате многолетнего ежедневного поглощения от 0,25 до 0,35 мг фтора на 1 кг веса.

Действие фосфора и его соединений. До настоящего времени в промышленных районах не были зарегистрированы случаи острого отравления фосфором, что может быть объяснено его незначительными концентрациями в атмосфере, медленным поглощением организмом и очень запоздалым проявлением его воздействия.

Хроническое отравление фосфором первоначально проявляется болями в желудочно-кишечном тракте и пожелтением кожного покрова. Эти симптомы сопровождаются потерей аппетита и замедлением обмена веществ. Хроническое отравление фосфором приводит к деформации костей, которые становятся более хрупкими. Снижается и сопротивляемость организма инфекциям. Следует отметить, что фосфор очень редко содержится в атмосфере.

Действие соединений серы. Сернистый ангидрид относится к раздражающим газам. При концентрации от 0,3 до 1 см³/м³ его замечают более по специфическому привкусу, чем по запаху; при концентрации 3 см³/м² и выше он легко определяется по запаху. Концентрации от 6 до 12 см³/м³ вызывают раздражение слизистых оболочек носа и горла, а более 20 см³/м³ – также и глаз. Однопроцентного содержания сернистого ангидрида достаточно для раздражения увлажненных участков кожи. Вдыхание SO₂ вызывает болезненные явления в легких верхних дыхательных путях, иногда возникает отек легких, глотки, а также паралич дыхания.

Серный ангидрид SO₃ также является раздражающим газом, способным при концентрациях около 1 см³/м³ вызывать ощущение удушья.

Действие сероуглерода (CS₂). Однократное, продолжительностью в несколько часов воздействие сероуглерода при концентрации 300 см³/м³ вызывает головные боли, сопровождающиеся галлюцинациями и другими психическими расстройствами. Воздействие сероуглерода в течение 30 мин при концентрациях от 2000 до 3000 см³/м³ приводит к помешательству. Ежедневное пребывание в атмосфере с концентрацией сероуглерода 300 см³/м³ вызывает тяжелые нервные расстройства, нарушение умственной деятельности, ослабление зрения, а с концентрациями от 30 до 60 см³/м³ – головные боли, припадки истерии и сонливость.

Действие меркаптанов. Меркаптаны имеют отталкивающий запах, который может вызывать тошноту и головные боли. Повышенные концентрации меркаптанов приводят к потере сознания.

Действие озона. Озон является веществом, обладающим повышенной раздражающей активностью. В больших концентрациях он вызывает отек легких, кровоизлияния и образует в легочных альвеолах вредные соединения с газами, переносимые кровью.

Лекция №9

Взаимодействие человек-природа. Законы экологии. Экологический риск. Природопользование

1. Человек-природа. Этапы развития социоэкосистем.
2. Понятие экологической безопасности. Экологический риск. Зоны экологического бедствия и чрезвычайной экологической ситуации.
3. Ресурсология. Классификация ресурсов. Рациональное природопользование.

1. На поверхности планеты происходит взаимодействие геосферы (геосистем), биосферы (экосистем) и общества (социосистем). На каждом этапе общество для своего существования предпринимало усилия. Люди в обществе удовлетворяют свои индивидуальные и общественные потребности. Это связано с производством материальных благ, товаров. Любое материальное производство возможно только на основе вещественного, энергетического и информационного обмена с природной средой, т.е. взаимодействие с гео- и экосистемами. Формируется социоэкосистема. Гео- и биосфера играют роль внешней среды по отношению к обществу. Общество вышло за пределы биосферы и геосферы в связи с освоением космоса.

Этапы взаимодействия

1) воздействие человека на природную среду началось с палеолита. Человек истребил крупных травоядных животных (мамонта, гигантских оленей, шерстистых носорогов);

2) аграрный период – начало неолита (VIII-VII тысячелетия до н.э.). Культурное земледелие, скотоводство. Начало сильного воздействия на биосферу. Уменьшение зеленых территорий (распашка лугов, выпас скота, вырубка лесов). Образование пустынь Гоби, Сахара, Кара- и Кызылкум;

3) индустриальный период (XVII до середины XX в.) – развитие промышленности. Выработка энергии за счет сжигания горючих ископаемых. Рассеивание загрязняющих веществ, химизация сельского хозяйства. На первых порах природа благодаря саморегуляции справлялась с этим воздействием. К середине XX в. расширение сферы воздействия на ОС приобрело глобальный характер;

4) постиндустриальный период – характеризуется: 1) использованием информационных технологий; 2) осознанием ограниченности ресурсов нашей планеты, пределов возможности биосферы компенсировать многочисленные нарушения. Этот период информационно-экологический.

Противоречие человек – природа

Если вещественный, энергетический и информационный обмен между обществом и природой не нарушает природный круговорот веществ и естественно-энергетические потоки, то социоэкосистема находится в состоянии динамического равновесия. В противном случае социоэкосистема теряет свою устойчивость.

Это выражается в деградации экосистем и социальном кризисе. Понятие «экологическая проблема» характеризует противоречия между природой и обществом.

Основные составляющие экологической проблемы:

- 1) все труднее получить необходимые для существования и развития общества вещества, энергию, информацию из природной среды, истощение природных горючих ресурсов;
- 2) загрязнение окружающей среды отходами производства; чуждыми веществами, дополнительной энергией (в мировом масштабе используется 70000 химических веществ, ежегодно добавляется 500-1000 новых);
- 3) нарушение информационных связей в природе, обеднение биоразнообразия (исчезновение многих видов флоры и фауны - несколько тысяч в год, в 20 лет исчезнет 1/5 всей растительности, площадь тропических лесов снижается на 11 млн га ежегодно);
- 4) ухудшение здоровья населения, состояния экономики, нарушение стабильности.
- 5) разрушение почвы (в результате эрозии уносится 26 млрд. тонн почвы);
- 6) изменение климата (к 2050 г. может произойти повышение температуры на 1,5 – 4,5° C);
- 7) разрушение озонового слоя;

Интенсивная добыча нефти и газа в Тюмени (1 млн т в день в 1985 г.) привела к образованию пустот, которые могут иметь непредсказуемые последствия. В г.Мехико из-за откачки подземных вод участок земли опустился на 5-9 м за 100 лет. Это может привести к крупному землетрясению. Разрушение поселка Газли произошло вследствие естественного толчка в 5-6 баллов, и техногенного 3-4 балла. В Средней Азии – внедрение в пески огромных масс воды (до 50 км³/год). Вода может выйти, унести водохранилища, города, может привести к крупным тектоническим явлениям.

Крупнейшие потребители мировых ресурсов – развитые страны (потребляют 80% энергии, 80% загрязнения атмосферы – на них же).

Экономический рост и развитие все больше способствует повышению концентрации парниковых газов, загрязняющих воздух.

Экономический рост стал выступать как дестабилизирующий фактор окружающей среды и общества. В настоящее время выдвигается идея поддерживаемого (устойчивого) развития.

При решении проблем человек – среда важно знать законы этого взаимодействия:

1. Правило меры преобразования природных систем.

В ходе эксплуатации природных систем нельзя переходить пределы, позволяющие этим системам сохранять свойство самоподдерживания.

2. Принцип естественности (принцип «старого автомобиля») – технические системы управления природой со временем требуют все большего вложения средств, вплоть до нерациональности поддержания их, и поэтому естественные (мягкие) формы управления в конечном итоге всегда эффективнее технических (жестких).

3. Правило ускорения развития – чем стремительнее под действием антропогенных причин изменяется среда обитания человека и условия ведения им хозяйства, тем скорее (по принципу обратной связи) происходит перемена в социально-экологических свойствах человека, экономическом и техническом развитии общества. Например, деятельность каждой последующей общественно-экономической формации короче предыдущей.
4. Правило мягкого управления природой – мягкое, опосредованное, восстанавливающее экологический баланс. Способно вызывать желательные природные цепные реакции.
 Пример: сплошнорубная вырубка леса (экономически выгоднее) и выборочная рубка (мягкое воздействие, но древесина дороже), повышенные начальные затраты постепенно окупаются в результате предотвращения ущерба.
5. Закон убывающей отдачи Тюрго-Мальтуса приход на земельный участок дополнительного работника не ведет к удвоению урожая, а лишь дает возможность получить некоторую его прибавку. Справедлив лишь при отсутствии социально-экономического прогресса и стабильности технологий.
6. Законы Коммонера
 - все связано со всем;
 - все должно куда-то деваться;
 - природа знает лучше;
 - ничто не дается даром.

Экологическая безопасность. Экологический риск

Экологический риск – мера экологической опасности, которая рассматривается в двух основных аспектах:

- вероятность нарушения природного равновесия;
- вероятность агрессивного воздействия факторов окружающей среды непосредственно на человека, которое приводит к ухудшению здоровья и к преждевременной смерти; снижение жизнеспособности человеческой популяции в виде повышения генетического груза, тератогенных эффектов, снижению иммунитета, повышению уровня заболеваемости и смертности .

$$R = p \times y$$

R- вероятность негативного воздействия источника опасности на человека или экосистему;

У – величина ущерба от данного воздействия.

Риск – это количественная мера опасности.

Факторы экологического риска – естественные и антропогенные. Естественные:

- геологические (землетрясения, вулканы, оползни, сели);
- климатические (засухи, бури, тайфуны, цунами);
- биологические (патогенные микроорганизмы, саранча, грызуны и др.).

Антропогенные: радиационная опасность, эпидемиологический риск, загрязнение воды, воздуха и почвы ксенобиотиками, разрушение озонового слоя, изменение климата в связи с парниковым эффектом, уничтожение лесов, эрозия

почв, крупные агропромышленные комплексы, гигантские ГЭС, осушение болот, недоброкачественные продукты питания, наведенная сейсмичность, повышенный уровень электромагнитного излучения.

По степени возрастания экологического неблагополучия территории классифицируются:

- удовлетворительная,
- напряженная,
- критическая,
- кризисная (зона чрезвычайной экологической ситуации),
- катастрофическая (зона экологического бедствия).

Зона чрезвычайной ситуации: устойчивые негативные изменения, угроза здоровью, устойчивые негативные изменения естественных экосистем (снижение биоразнообразия, исчезновение отдельных организмов, изменение генофонда). Т.е. имеет место надвигающаяся угроза бедствия.

Зона экологического бедствия: глубокие необратимые изменения в окружающей среде, существенное ухудшение здоровья, разрушение экосистем (нарушение природного равновесия, деградация флоры и фауны, потеря генофонда).

Концепция экологической безопасности и снижение риска основывается на способности природных экосистем к саморегуляции и самоочищению. Это, например, средообразующая роль лесов: при образовании 1 т растительности поглощается 1,8 т CO₂ и выделяется 1,2-1,4 т O₂. Во влажных районах накопление органики и связывание углекислого газа происходит в болотах. Леса обладают высокой пылепоглощающей способностью: осаждают 50-60 т/га в год. Химические токсиканты осаждаются на поверхности листьев и аккумулируются в органическом веществе при включении их в обмен веществ. Леса и болота формируют более влажный климат.

Меры по снижению риска.

- сохранение и восстановление естественных экосистем и биоразнообразия;
- охрана здоровья и генофонда;
- преодоление потребительского отношения к природе и экологической безграмотности при удовлетворении биологических потребностей;
- планирование и развитие производств в соответствии с емкостью и способностью экосистем к самовосстановлению;
- приоритетность глобальных требований экологического императива по отношению к региональным нуждам природопользователей;
- замена невозобновимых природных ресурсов на возобновимые;
- рекультивация земель, восстановление биоресурсов;
- экономическое стимулирование чистых безотходных технологий;
- предупреждение кризисных ситуаций.

Рациональное природопользование

Природопользование – совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению. Научный подход к проблеме природопользования предполагает принципы взаимосвязи, взаимообусловленно-

сти и взаимодействия природной среды и человека на принципах экологического равновесия и экологического разнообразия.

Суть – в необходимости достижения оптимальных пропорций, в масштабах единого использования, охраны, воспроизводства природных ресурсов. Потребительский подход к ресурсам нарушает их качественное состояние и ведет к деградации, уничтожению.

Современные формы общественного сознания столкнулись с необходимостью признания идеи о единстве материального и духовного, об этическом, нравственном отношении к природе, а не только потребительском.

Мы вступаем в эпоху «Охраны среды с технологическими и экономическими ограничениями» от эпохи «Технологий и экономики с экологическими ограничениями». В основе – нравственный императив. Цель развития цивилизации заключается в совершенствовании человека, формировании гуманистических идеалов, новой системы ценностей.

В природопользовании важна идея баланса, равновесия.

Экологические неблагополучие страны (РФ) – десятилетиями практиковалось экстенсивное природопользование. Некомплексное использование природных ресурсов может привести к огромной массе отходов (92-98% - в прямые отходы).

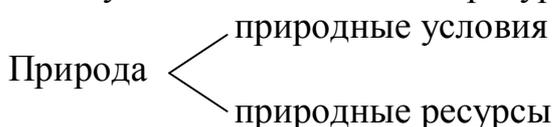
Рациональное природопользование – система деятельности, призванная обеспечить экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий, наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей.

Рациональное природопользование требует совершенствования технологии производства, всего цикла использования природных ресурсов, с целью более полного извлечения полезной части ресурса, снижения отходов, развития производств с замкнутыми циклами, развития вторичного использования сырья и отходов, очистки промышленных выбросов, освоения новых форм энергии.

Необходим прогноз возложенных последствий использования природных ресурсов.

Категории природопользования.

1. Природа – вся материально-энергетическая объективная реальность Вселенной, совокупность естественных ресурсов и условий существования человека.



Природные условия оказывают положительные или отрицательные влияния на процесс производства. Это местоположение, геологическое строение, рельеф и размеры территорий, климат, водный режим, интенсивность солнечной радиации, растительный мир, почвенный покров.

Природные ресурсы классифицируются:

1) По источникам и местонахождению (например, минеральные ископаемые, пищевые растения, солнечная энергия);

2) По скорости исчерпания: быстро - ресурсы исчерпаемые (нефть), медленно - ресурсы неисчерпаемые (космическая солнечная радиация, сила тяготения, геотермальные, водные).

Ресурсы исчерпаемые - дефицитные природные ресурсы, иссякание которых предвидится в ближайшей обозримой перспективе. Понятие близко к ресурсам истощимым.

3) Ресурсы истощимые - природные ресурсы, непосредственная или косвенная хозяйственная эксплуатация которых в относительно короткий срок может привести к их истощению, что социально и экономически нежелательно и неоправданно (например, запасы нефти и природного газа).

Ресурсы неистощимые - «неиссякаемая» часть природных ресурсов, недостаток в которых не ощущается сейчас и не предвидится в обозримом будущем (ресурсы солнечной энергии).

Ресурсы истощенные - виды природных ресурсов, количество которых снизилось под влиянием человеческой деятельности до такой степени, что дальнейшая их эксплуатация социально и экономически нецелесообразна или грозит полным исчезновением ресурса.

4) По возможности самовосстановления и культивирования ресурсы делятся на возобновимые и невозобновимые.

Ресурсы возобновимые - все природные ресурсы, находящиеся в пределах биосферного круговорота веществ, способные к самостоятельному восстановлению (через размножение или природные циклы) за сроки, соизмеримые с темпом хозяйственной деятельности человека (растительность, вода в реке - возобновимые ресурсы, а почва, уголь, нефть, другие минеральные богатства - невозобновимые). Следует отличать количественную и качественную возобновимость ресурсов: вид животного количественно возобновим через размножение, но невозобновим качественно в случае его исчезновения.

Ресурсы невозобновимые - та часть природных ресурсов, которая не самовосстанавливается в процессе круговорота веществ в биосфере за время, соизмеримое с темпом хозяйственной деятельностью человека.

5) По скорости экономического восполнения (за счет поиска новых источников или новых технологий изъятия) - ресурсы восполнимые и невозполнимые.

Ресурсы восполнимые - природные ресурсы, которые могут быть восстановлены для хозяйства путем вскрытия новых источников (при наличии значительного резервного запаса). Например, до недавнего времени такими ресурсами были биологические ресурсы океана, в сферу промысла были вовлечены все новые виды рыб, ранее считавшиеся малосъедобными или даже несъедобными.

6) По возможности замены одних ресурсов другими - заменимые (металл пластмассой) и незаменимый (атмосферный кислород для дыхания).

Ресурсы заменимые - природные ресурсы, которые могут быть заменены другими сейчас или в обозримом будущем (например, минеральное топливо - солнечной энергией, металл - керамикой, пластиком).

Ресурсы незаменимые - та часть природных ресурсов, которые не могут быть заменены другими ни сейчас, ни в обозримом будущем ни практически, ни теоре-

тически (например, живая природа, условия существования людей, атмосферный кислород для дыхания);

7) По источникам:

а) энергетические:

- солнечная;
- космическая;
- энергия морских приливов;
- геотермальные;
- биоэнергия.
- депонированная энергия: нефть, уголь, природный газ, торф;
- искусственная энергия (атомная, термоядерная);

б) атмосферные газовые ресурсы;

в) водные (океан, континент, вода, позем.)

г) ресурсы литосфера:

- почва (грунт, криогенные субстраты-ледники, эрозия почв - антиресурс)
- металлические и неметаллические руды, полезные ископаемые;

д) растения – продуценты;

е) ресурсы консументов;

ж) ресурсы редуцентов;

з) климатические ресурсы;

и) рекреационно-антропо-экологические (природные условия для отдыха, условий жизни);

к) познавательно-информационные (природные заповедники, палеонтолог. захоронения, культурные слои)

л) ресурсы пространства и времени.

ЛЕКЦИЯ 10 ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРАВО

В соответствии с Конституцией РФ «каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением» (ст.42). «Каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам» (ст.58).

Основа экологического права – это закон №7-ФЗ от 10.01.2002г. «Об охране окружающей среды». Закон ввел следующие понятия:

Природная среда – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов;

Окружающая среда – совокупность компонентов природной среды, природных, природно-антропогенных и антропогенных объектов.

Компоненты природной среды – земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство.

Природный объект – естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства.

Естественная экологическая система – объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые и неживые ее элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом вещества и энергии.

Хозяйственная и иная деятельность человека должна осуществляться на основе следующих принципов:

- соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;
- сохранение биоразнообразия;
- приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;
- охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов;
- научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях устойчивого развития и благоприятной окружающей среды;
- обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в соответствии с нормами;
- презумпция экологической опасности планируемой деятельности;
- обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- запрещение деятельности, последствия которой непредсказуемы для окружающей среды;
- независимость контроля в области окружающей среды;
- платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде.

Объектами экологического права являются естественные экологические системы и их компоненты. Группы объектов охраны окружающей среды:

1 – земля, недра, почвы;

2 – поверхностные и подземные воды;

3- леса, растения, животные, другие организмы и их генетический фонд;

4 – атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное пространство.

Субъекты – физические и юридические лица, РФ и ее субъекты, муниципальные образования.

Правовой базой экологии являются законы, постановления, указы: Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха», Земельный кодекс РФ, Лесной Кодекс РФ, ФЗ «О животном мире», Водный кодекс, различные документы международного характера (например, конвенции, регламентирующие трансграничный перенос загрязнений, осуществление работ на шельфе и дампинге и т.д.), Закон РФ «Об экологической экспертизе», указы и распоряжения президента России; постановления и распоряжения Правительства РФ, зарегистрированные Минюстом руководящие документы министерств, госкомитетов и других ведомств (приказы, инструкции, указания и иные руководящие акты), документы соответствующих территориальных администраций, решения референдумов и представительных органов местного самоуправления; ратифицированные международные договоры и признанные Россией нормы международного права.

Нормативной-технической базой являются различные стандарты, нормы, правила, в т.ч. ОНД 1-84 «Инструкция о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы мероприятий и выдачи разрешений на выброс загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям», различные пособия, инструкции, рекомендации, в т.ч. Пособие к СНиП 1.02.01-85 по составлению раздела проекта (рабочего проекта) «Охрана окружающей природной среды», ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» и т.д., а также письма ведущих головных институтов с разъяснениями по той или иной ситуации, различные методические указания.

Экологические требования определяются экологическими стандартами, которые являются подзаконными правовыми актами.

Центральный стандарт ГОСТ 17.0.0.01 – 76 «Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов». Система стандартов в области охраны природы - ССОП.

Международная организация по стандартизации (ИСО) разработала стандарты по экологическому управлению ИСО14000. На основе этих стандартов Госстандарт РФ ввел в действие отечественные стандарты, представляющие аутентичные тексты международных стандартов: ГОСТ Р ИСО 14000.

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Ответственность в области охраны окружающей среды возникает в связи с нарушениями законодательства РФ в этой области.

Административная ответственность за экологические правонарушения ответственность в виде крупного денежного штрафа, накладываемого по постановлению органов охраны окружающей природной среды на должностных лиц и граждан и юридических лиц, виновных в неисполнении экологического права. На граждан – 1-25 кратный МРОТ (минимальный размер оплаты труда); на должностных лиц – 3-200 кратный размер МРОТ; на юридических лиц – 30-300 кратный МРОТ.

Уголовная ответственность

– за нарушение законодательства об ООС, повлекшие тяжелые прямые или косвенные или иные последствия. Это наложение штрафа, исправительных работ на срок до 3 лет, ограничение свободы на срок до 3 лет, лишение свободы на срок до 5 лет.

Экоцид – массовое уничтожение растительности или животного мира, отравление атмосферы или водных ресурсов.

За нарушение правил обращения с экологически опасными веществами и отходами, повлекшее по неосторожности смерть человека или массовое заболевание людей, за уничтожение лесов путем поджога или в результате загрязнения вредными веществами, отходами, выбросами, сбросами – лишение свободы до 8 лет.

Материальная ответственность

Должностные лица, по вине которых граждане понесли расходы, причиненные негативным воздействием на окружающую среду, несут материальную ответственность.

Дисциплинарная ответственность – должностные лица, виновные в совершении экологических правонарушений, несут дисциплинарную ответственность в случаях, если в результате невыполнения ими своих обязанностей организация понесла административную ответственность за нарушение экологического законодательства.

Лекция №11

Экологическое нормирование

Нормативы лежат в основе измерения баланса экологических и экономических интересов человека. Закон определяет меру разумного сочетания интересов – это предельно допустимые уровни антропогенных воздействий, превышение которых создает опасность для природной среды и здоровья человека. Конечная цель нормирования – обеспечение научно-обоснованного сочетания экономических и экологических интересов, компромисс между экономикой и экологией.

Нормативы качества окружающей среды должны отражать требования к ней различных потребителей и обеспечивать сохранение экологического равновесия в природных экосистемах в пределах их саморегуляции.

Основные принципы разработки стандартов качества природной среды:

1. Любое изменение природной среды следует рассматривать как недопустимое – «нулевая стратегия». Это жесткий подход, исключающий научно-технический прогресс. Утопичен по своей сути.
2. Нормативы должны устанавливаться в соответствии с технологическими возможностями снижения уровня загрязнений и контроля за их содержанием в окружающей среде. Этот подход применяется в США, Германии, Скандинавских странах. Устанавливаемые таким образом нормы могут быть как недостаточными, так и излишними.
3. Допустимый уровень загрязнений следует устанавливать таким, чтобы затраты на его достижение не превышали ущерба при неконтролируемом загрязнении. Подход излишне меркантилен, т.к. отказ от защиты с загрязнением может подвергать опасности жизнь и здоровье людей.
4. Стандарты должны исключать прямые и косвенные воздействия на людей. При этом любое измеримое повышение концентрации или другого воздействия рассматривается как потенциально вредное. Данный подход является научно обоснованным, ориентированным на здоровье людей, но трудно достижимым. Приняты в России странах бывшего СССР.

Разработка нормативов ведется в трех направлениях:

- 1) гигиеническое нормирование качества окружающей среды;
- 2) экологическое нормирование допустимых нагрузок на экосистему;
- 3) регламентация объемов загрязнений, поступающих в окружающую природную среду (производственно-хозяйственное нормирование).

1. Гигиеническое нормирование

Гигиенические нормативы устанавливаются в интересах охраны здоровья человека и сохранения генетического фонда растений и животных. Гигиеническое нормирование охватывает также производственную и жилищно-бытовую сферы жизни человека. Установленные и утвержденные Госкомсанэпиднадзором РФ нормативы обязательны на всей территории РФ (и стран СНГ). Предельно

допустимые концентрации вредных веществ устанавливаются для воды, воздуха, почвы и пищевых продуктов.

Предельно допустимая концентрация - количество вредного вещества в окружающей среде, при постоянном контакте или при воздействии за определённый промежуток времени практически не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства.

Методологической основой для разработки санитарно-гигиенических стандартов служат методы, используемые в токсикологии. Токсикант – ядовитое, вредное для здоровья вещество.

Вредным называется вещество, которое при контакте с организмом человека может вызывать травмы, заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе контакта с ним, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

В настоящее время известно около 7 млн химических веществ и соединений (далее вещество), из которых 60 тыс. находят применение в деятельности человека. На международном рынке ежегодно появляется 500...1000 новых химических соединений и смесей.

Химические вещества (органические, неорганические, элементарноорганические) в зависимости от их практического использования классифицируются на:

- промышленные яды, используемые в производстве: например, органические растворители (дихлорэтан), топливо (пропан, бутан), красители (анилин);
- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве: пестициды (гексахлоран), инсектициды (карбофос) и др.;
- лекарственные средства;
- бытовые химикаты, используемые в виде пищевых добавок (уксусная кислота), средства санитарии, личной гигиены, косметики и т.д.;
- биологические растительные и животные яды, которые содержатся в растениях и грибах (аконит, цикута), у животных и насекомых (змей, пчел, скорпионов);
- отравляющие вещества (ОВ): зарин, иприт, фосген и др.

Таблица

Общее токсическое воздействие	Токсичные вещества
Нервно-паралитическое действие (бронхоспазм, удушье, судороги и параличи)	Фосфорорганические инсектициды (хлорофос, карбофос, никотин, ОВ)
Кожно-резорбтивное действие (местные воспалительные и некротические изменения в сочетании с общетоксическими резорбтивными явлениями)	Дихлорэтан, гексахлоран, уксусная эссенция, мышьяк и его соединения, ртуть (сулема)
Общетоксическое действие (гипоксические судороги, кома, отек мозга, параличи)	Синильная кислота и ее производные, угарный газ, алкоголь и его суррогаты, ОВ

Удушающее действие (токсический отек легких)	Оксиды азота, ОВ
Слезоточивое и раздражающее действие (раздражение наружных слизистых оболочек)	Пары крепких кислот и щелочей, хлорпикрин, ОВ
Психотическое действие (нарушение психической активности, сознания)	Наркотики, атропин

Для оценки токсичности веществ проводятся опыты на животных с последующей экстраполяцией экспериментальных данных на человека. Количество вредного вещества, поступившего в организм, отнесенного к массе тела (мг/кг), называется дозой. Количество веществ, отнесенных к единице объема или массы воздуха (мг/м³), воды (мг/л), или почвы (мг/г), называется концентрацией.

Смертельные дозы и концентрации называются соответственно летальными дозами ЛД (*DL*) или летальными концентрациями ЛК (*CL*) (*лат. letalis – смертельный*). В качестве показателей токсичности пользуются среднесмертельными дозами и концентрациями: *DL*₅₀, *CL*₅₀ – это показатели абсолютной токсичности. Среднесмертельная концентрация вещества в воздухе *CL*₅₀ – это концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при 2 – 4-часовом ингаляционном воздействии (мг/м³); среднесмертельная доза при введении в желудок (мг/кг), обозначается как *DL*^ж₅₀, среднесмертельная доза при нанесении на кожу *DL*^к₅₀.

В зависимости от степени токсичности ядовитых веществ выделяют 4 класса опасности: 1. - чрезвычайно токсичные, 2. - высокотоксичные, 3. - умеренно токсичные и 4. - малотоксичные. Эффект токсического действия различных веществ зависит от количества, попавшего в организм вещества, его физических свойств, длительности поступления, химизма взаимодействия с биологическими средами (кровью, ферментами). Кроме того, эффект зависит от пола, возраста, индивидуальной чувствительности, путей поступления и выведения, распределения в организме, а также метеорологических условий и других сопутствующих факторов окружающей среды.

Опасность вещества – это вероятность возникновения неблагоприятных для здоровья эффектов в реальных условиях производства или применении химических соединений.

Воздействуя на организм, вредные вещества вызывают острые и хронические заболевания: острые возникают после однократного воздействия и могут привести к смертельному исходу, хронические развиваются в результате систематического воздействия доз, не приводящих к острому отравлению.

Нормирование загрязняющих веществ в воздухе

Для каждого вредного вещества в воздухе устанавливают нормативы:

ПДК в воздухе рабочей зоны (ПДК_{р.з.}) – концентрация, которая при работе не более 41 часа в неделю в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний у работающих и их потомства.

ПДК в атмосферном воздухе населенного пункта (ПДК_{а.в.}) – это предельная концентрация, которая на протяжении всей жизни человека не должна оказывать на него вредного воздействия, включая отдаленные последствия на окружающую среду в целом.

Максимальные разовые (ПДК_{м.р.}) и среднесуточные (ПДК_{сс}).

Нормирование загрязняющих веществ в водных объектах

Качество природных вод регламентируется Правилами охраны поверхностных вод от 1.01.91 г. Качество морских вод – СанПиН №4631-88.

Выделяют 3 вида водопользования:

- I. Хозяйственно-питьевого - использование водных объектов или их участков в качестве источника хозяйственно-питьевого назначения
- II. культурно-бытовое – для купания, занятий спортом и отдыха.
- III. Рыбохозяйственного делятся на 3 категории:

высшая – место расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных видов рыб, промысловых, охранные хозяйства для искусственного разведения и выращивания рыб;

первая - для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода;

вторая – для других рыбохозяйственных целей.

ПДК природных вод – концентрация индивидуального вещества в воде, при превышении которой она непригодна для установленного вида водопользования. При концентрации вещества равной или меньше ПДК вода безвредна.

Нормируются следующие параметры:

- содержание плавающих и взвешенных примесей;
- запах, вкус, окраска, температура;
- БПК;
- ПДК ядовитых, вредных веществ;
- количество бактерий.

Вредные и ядовитые вещества нормируют по принципу лимитирующего показателя вредности. Для водоемов питьевого и культурно-бытового назначения вредные вещества нормируются по 3 ЛПВ: общесанитарный, органолептический, санитарно-токсикологический. Для водоемов рыбохозяйственного назначения – еще 2 ЛПВ: токсикологический и рыбохозяйственный.

Санитарное состояние водоема отвечает требованиям норм при выполнении соотношения:

$$C_i / \text{ПДК}_i \leq 1$$

C_i - концентрация вещества i -го ЛПВ в расчетном створе водоема;

ПДК_i - ПДК i -го вещества.

Для водоемов питьевого и культурно-бытового назначения проверяется 3 неравенства, для рыбохозяйственных 5 неравенств.

ПДК вредные вещества в водоеме устанавливаются по тому ЛПВ, который характеризуется наименьшей пороговой или под пороговой концентрацией «СНиП охраны поверхностей вод от загрязнения».

Для каждого предприятия устанавливаются нормы водоотведения и водопотребления. Нормы водоотведения установленное количество отводимых сточных вод на 1 человека или на 1 усл. ед. продукции характерную для данного производства. Норма водопотребления устанавливает количество воды на 1 жителя или усл.ед. произведенной продукции. В Москве – 50 л в сутки на 1 человека. расчет кратности разбавления сточных вод в водоемах: разбавление сточных вод – процесс концентрации вредных веществ при перемешивании сточных вод с водной средой водоема.

$$n = \frac{C_0 - C_{\text{в}}}{C - C_{\text{в}}}$$

C_0 – концентрация загрязненных веществ в выпускаемых сточных водах.

$C_{\text{в}}$ и C – концентрация загрязненных веществ в водоемах до и после выпуска соответственно.

Важный показатель качества воды - содержание органических веществ, способных разлагаться под действием O_2 .

ХПК – химическое потребление O_2 . Это окисление органических веществ при использовании бихромата калия.

$$\text{ХПК} \leq 15 \text{ мг/л } O_2$$

БПК – биохимическое потребление O_2 . Это количество O_2 , которое требуется для полного окисления всех органических веществ в аэробных условиях в результате биологических процессов. В зависимости от промежутка времени, за которое определяется БПК, различают БПК₅, БПК₂₀, БПК_{полн.}, БПК ≤ 3 мг/л при 20°C.

$$\text{Коли-титр} \leq 300, \text{ коли-индекс} (\leq 3), \text{ микробное число} (\leq 100).$$

Нормирование загрязняющих веществ в почве

Загрязняющие вещества нормируются в пахотном слое сельхозугодий, в почве территорий предприятий, в почвах жилых районов в местах захоронения бытовых отходов.

ПДК устанавливается экспериментально в зависимости от допустимой остаточной концентрации (ДОК) в пищевых, кормовых растениях и продуктах питания.

ДОК – это максимальное количество вещества в продуктах питания, которое, поступая в организм в течение всей жизни, не вызывает никаких нарушений в здоровье человека.

Для летучих веществ ПДК_п устанавливают в зависимости от ПДК в атмосфере.

Поступление ЗВ в грунтовые вода не должно вызывать превышения ПДК для водных объектов.

ЗВ не должны оказывать влияния на микроорганизмы, очищающую способность почв, на вегетацию растений.

С учетом всего в качестве ПДК_п принимается самый жесткий показатель.

Разрабатываются также ПДК в продуктах питания.

Предельно допустимые уровни физических воздействий (ПДУ).

ПДУ шума, виброскорости, напряженности электромагнитных полей высоковольтных линий электропередач, источников высокочастотных (ВЧ), ультравысокочастотных (УВЧ), сверхвысокочастотных излучений (СВЧ), радиационного воздействия, ПДД (предельно допустимые дозы) ионизирующих излучений, ПДУ тепловых загрязнений.

2. Экосистемное нормирование

Цель - защита биоразнообразия, поддержание антропогенного воздействия на приемлемом уровне. Задача – определение показателей устойчивости, разработка предельно допустимых вредных воздействий (ПДВВ) и предельно допустимой экологической нагрузки (ПДЭН).

Разработка ПДВВ и ПДЭН базируется на оценке устойчивости экосистем. Устойчивость экосистемы – способность при воздействии внешнего фактора пребывать в одном из своих состояний и возвращаться в него за счет инертности (И) и восстанавливаемости (В), а также переходить из одного состояния в другое за счет пластичности (П), не выходя при этом из рамки инварианта за определенный промежуток времени.

Формула устойчивости: $У=И+В+П$

При установлении ПДВВ используются такие показатели устойчивости как:

ассимиляционная емкость (способность экосистем воспринимать определенный объем вредных воздействий без нарушений норм качества условий ее функционирования);

геодинамический потенциал – степень подверженности осваиваемой территории деградационным процессам (геологическим, гидрогеологическим, геокриологическим и др.).

3. Производственно-хозяйственное нормирование

Это установление норм ПДВ, ПДС, ПДРО.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) - Научно-технический норматив, устанавливаемый из условия, чтобы содержание загрязняющих веществ в приземном слое воздуха от источника или их совокупности не превышало нормативов качества воздуха для населения, животного и растительного мира (т.е. предельно допустимой концентрации - ПДК). Единица измерения – г/с, т/год

(объём (количество) загрязняющего вещества, выбрасываемого отдельными источниками за единицу времени).

Конечная цель установления ПДВ – это соблюдение условия: $C < ПДК$.

Расчет ведется с учетом условий выброса из источника загрязнения и условий рассеивания загрязняющих веществ в окружающей среде.

Санитарные нормы требуют отделять предприятия от жилой зоны санитарно-защитными зонами (СЗЗ). Размер СЗЗ регламентируется СанПиНом и зависит от класса опасности предприятия. Классов опасности 5. СЗЗ предприятий 1 класса опасности – 1000 м, 2 класса – 500 м, 3 класса – 300 м, 4 класса – 100 м, 5 класса – 50 м. СЗЗ устанавливается в зависимости от розы ветров.

Предельно допустимый сброс (ПДС) - масса вещества в сточной воде, максимально допустимая к отведению в установленном режиме в данном пункте в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. ПДС устанавливается с учётом ПДК веществ в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды.

В водотоках створ, в котором состав и свойства воды должны соответствовать нормативным, должен располагаться на 1 км выше ближайшего по течению пункта водопользования.

Предельно допустимое количество отходов (ПДКО) – лимиты на размещение отходов, разрабатываемые в соответствии с нормативами предельно допустимых воздействий на окружающую среду, количеством, видом и классами опасности образующихся отходов и площадью объекта размещения, разрешенное размещать определенным способом на установленный срок с учетом экологической ситуации на данной территории.

Проект предельно допустимого размещения отходов (ПДРО) включает данные о предприятии характеристику производственных процессов, обоснование объемов образования отходов, определение класса опасности отходов, обоснование объемов временного накопления отходов (ПДКО), характеристику объектов размещения отходов, оценку воздействия на окружающую среду и сведения о возможной аварийной ситуации.

Лекция №12

ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Источники загрязнения делятся на химические, физические и биологические.

Источник загрязнения атмосферы.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются природные, производственные и бытовые процессы; выделяемые при этом загрязнители могут быть сведены в следующие группы:

1. Естественные загрязнители минерального, растительного, животного или микробиологического происхождения.
2. Загрязнители, образующиеся при сжигании топлива для нужд промышленности, отопления жилищ, при работе автомобильного, железнодорожного, авиационного, морского и речного транспорта и т.п.
3. Загрязнители, образующиеся в результате промышленных выбросов.
4. Загрязнители, обусловленные сжиганием и переработкой бытовых и промышленных отходов.

В загрязнении воздуха может участвовать один или одновременно несколько источников.

1. Природные источники загрязнения атмосферы

В атмосферу выбрасывается 1 млрд. т вредных веществ в год.

Наряду с основными составными частями атмосферный воздух постоянно содержит некоторое количество различных веществ, выделяемых природными источниками. К ним относятся пыль, образующаяся при эрозии почвы, пыль растительного, вулканического и космического происхождения, капельно-жидкая вода (туманы) и частицы морской соли, вулканические газы, а также газы, выделяющиеся во время лесных и степных пожаров, различные продукты растительного, животного или микробиологического происхождения и т.п.

Накопление в воздухе некоторых из этих веществ в больших количествах проявляется иногда в виде уникальных природных явлений. Таковы, например, «красные дожди», получившие свое название из-за выпадения в южных районах Европы, и в частности во Франции, вместе с жидкими осадками красноватого мелкого песка, поднятого смерчами в Сахаре.

Вулканические пеплы, выброшенные на большую высоту, длительное время остаются в воздухе во взвешенном состоянии и образуют облака, которые могут переноситься на значительные расстояния. Так, вошедший в историю «сухой туман», стоявший в 1783 г. в течение трех месяцев над всей Европой, явился результатом деятельности вулканов Исландии. Извержения в 1883 г. Кракатау, а в 1903 г. вулкана Катмай (Аляска) также сопровождалось образованием облаков пепла, наблюдавшихся в различных частях света¹.

¹ Необходимо отметить, что сравнительно недавние извержения вулканов Гекла, Агунг и Этна значительно увеличили содержание в атмосфере вулканической пыли.

Лесные и степные пожары. Наиболее частой причиной возникновения лесных и степных пожаров являются молнии. Некоторые из этих пожаров охватывают территорию в несколько сотен гектаров, а образующиеся облака дыма распространяются на десятки и сотни километров.

Морская пыль. Насыщенные солями густые туманы и водяная пыль, возникающие в нижних слоях атмосферы над океаном, при испарении влаги поставляют в воздух кристаллы морских солей, которые над континентами выполняют роль ядер конденсации водяных паров.

Эти соли в основном представлены хлористым натрием. Наибольшие количества солей поступают в атмосферу при больших волнах и штормах.

Ветер переносит морские туманы на большие расстояния. Английские метеорологи утверждают, что над Великобританией туманы содержат примеси солей, вследствие чего в течение года в прибрежных районах вместе с дождями на 1 м² почвы выпадает от 25 до 35 г солей, 70% которых состоит из хлористого натрия.

Космическая пыль. По подсчетам *N. A. S. A.* общее количество космической пыли, выпадающей на землю, составляет до 10 тыс. т/сут, или 10⁻¹⁴ г/(см² · с). Происхождение этой пыли еще не получило достаточно четкого объяснения. Согласно существующим гипотезам, эта пыль образуется в зодиакальных туманностях или же непосредственно связана с солнцем.

Гранулометрический состав встречающихся в атмосфере космических частичек колеблется от 0,05 до многих десятков микрон. Скорость седиментации их весьма различна. До входа пылинок в земную атмосферу она характеризуется величиной около 10⁶ см/с, а после входа уменьшается вследствие аэродинамического сопротивления. На высоте 70 км она составляет от 10 до 100 см/с [5].

Снижению скорости седиментации соответствует увеличение концентрации космической пыли, и, начиная с высоты, равной 40 км, она возрастает до 10⁻¹² г/см³; даже на высоте 10 км все еще наблюдается превышение концентрации космической пыли над концентрациями аэрозолей земного происхождения.

По содержанию химических элементов частички подразделяются на «каменные» и «железные». В «каменных» (они составляют около 75% космических частиц), преобладают натрий, магний, алюминий, кремний, калий, кальций, титан и хром, а «железных» - железо, кобальт и никель.

Наблюдаемое возрастание потока космической пыли в земную атмосферу может привести к так называемому эффекту пылевого экранирования, способному нарушить тепловой баланс атмосферы, что в свою очередь окажет серьезное влияние на климат Земли.

Растительные аэрозоли. Растительная пыльца является причиной ряда аллергических заболеваний дыхательных путей различной степени тяжести. Так, в США число болеющих аллергическим ринитом пыльцевого происхождения, достигает 3 млн. человек.

Размер гранул пыльцы составляет 10 – 50 мкм. Большинство из них обладает гигроскопичностью и увеличивает вес вместе с ростом влажности атмосферы.

Растения выделяют огромные количества пыльцы; так, в разгар цветения от одного растения в воздух поступает несколько миллионов гранул пыльцы в день.

Весной максимальное количество пыльцы выделяется деревьями, летом – щавелем и подорожником, осенью – луговым крестовиком.

В Булонском лесу и его окрестностях (Франция) в апреле на каждый гектар ежедневно выпадает 840 г пыльцы.

Пыльца злаков и сосен может долгое время оставаться во взвешенном состоянии и уноситься восходящими потоками воздуха на значительную высоту. Формируя здесь облака, эта растительная пыльца может перемещаться на большие расстояния и выпадать в виде настоящих дождей, названных за их цвет «серными». Подобные дожди очень часто наблюдаются в степных районах Франции.

В США пылевые облака обнаруживались вплоть до 12 тыс. м высоты, там же отмечены перемещения пылевых облаков на расстояние до 650 км.

Споры грибов, папоротников, мха и аналогичных растений встречаются в воздухе до высоты около 1600 м. Правда, с высотой их количество резко уменьшается, но на уровне до 45 м споры грибов присутствуют в атмосфере практически постоянно. Максимальные концентрации спор в воздухе характерны для июля и августа. Как и пыльца, споры грибов могут переноситься воздушными потоками на значительные расстояния, распространяя некоторые виды заболеваний.

Микроорганизмы и выделения животных. Степень загрязнения воздуха микроорганизмами изменяется в широком диапазоне, но их колонии практически всегда присутствуют в атмосфере любых районов земного шара. Даже воздух полярных районов и отдаленных участков океана, расположенных вдали от земли, содержит бактерии. При этом их больше в воздухе тропических, чем полярных, районов.

Содержание микроорганизмов в воздухе уменьшается по мере удаления от побережий материков, однако в прибрежной полосе шириной до 200 км они присутствуют в значительном количестве. Основным источником их поступления в атмосферу является здесь морская вода.

Исследования в метрополитене, магазинах и выставочных залах показали, что количество колоний микроорганизмов в 1 м³ воздуха зависит от степени сосредоточения людей и интенсивности вентиляции. С увеличением количества людей и снижением интенсивности вентиляции содержание бактерий в воздухе возрастает. Анализ 350 проб показал, что на коротких линиях метрополитена содержится в среднем 600 – 800, а на линиях дальнего следования – 1500 – 2500 колоний микроорганизмов в 1 м³ воздуха.

Анализы 216 проб наружного воздуха показали, что в 52% случаев он содержит менее 200, в 38% - от 200 до 500 и в 10% - свыше 500 колоний микроорганизмов в 1 м³.

Естественные процессы гниения, брожения и разложения органических веществ сопровождаются активным образованием аэробных и анаэробных микроорганизмов.

Анаэробные процессы разложения протеинов в отличие от аналогичных аэробных, не сопровождающихся выделением резких запахов, отличаются присутствием неприятных запахов, вызываемых такими конечными продуктами, как аммонийный азот. Гумус (перегной), угольная кислота, сернистые соединения и метан, часто называемый болотным газом. Органические кислоты, бикарбонаты и

сероводород также выделяются при разложении. Аммиак, как конечный продукт микробиологического метаболизма, часто присутствует в воздухе животноводческих ферм в концентрациях, воспринимаемых обонянием.

Загрязнение воздуха человеком особенно проявляется в больших городах с высокой плотностью населения. Каждый человек ежедневно выдыхает около 10 м^3 воздуха, насыщенного парами воды и содержанием около 4% углекислого газа, а также выделяет 600 – 900 г пота. Поэтому в городе с пятимиллионным населением люди ежесуточно выделяют в атмосферу около 2 млн. $\text{м}^3 \text{ CO}_2$ и около 6000 м^3 водяного пара и секрета потовых желез.

В канализационных системах больших городов скапливается значительное количество неприятно пахнущих газов, которые поступают в городскую атмосферу, так как вентиляционные устья сточных труб, как правило, находятся в черте города и располагаются ниже уровня крыш зданий.

Значительное запыление воздуха в городах связано с постоянным износом материалов, обуви и покрышек общественного и индивидуального автотранспорта. При этом в атмосферу поступают тонкие фракции пыли, зачастую содержащие вредные для здоровья соединения кремния, битумов, каучука. Например, в Лос-Анджелесе, где интенсивность движения автомашин очень велика, только вследствие износа автопокрышек в воздух ежесуточно поступает около 50 т пыли.

Источниками загрязнения атмосферы в городах являются также кухни, мусоропроводы, свалки и т.п.

Для сельской местности характерны такие источники загрязнения воздуха, как рассеивание инсектицидов и гербицидов, внесение удобрений, интенсивная вспашка земли, молотба зерна и т.д.

Нельзя не упомянуть и о таком опасном источнике загрязнения воздуха закрытых помещений, как курение табака, дым которого в равной степени вреден как для самого курящего, так и для окружающих его людей.

2. Загрязнение воздуха разными видами транспорта

Практически все средства современного транспорта являются источником загрязнения атмосферы. К ним относятся автомобильный, железнодорожный, морской и речной транспорт, а также авиация; однако наиболее интенсивным и чаще других вызывающим общее загрязнение атмосферы является автомобильный транспорт.

Автомобильный транспорт. Одиночный автомобиль выделяет сравнительно небольшие количества загрязнителей, которые быстро рассеиваются в атмосфере и не вызывают неблагоприятных последствий. При значительном сосредоточении автомашин возникает общее загрязнение атмосферы. Опасность его появления возрастает вместе с ростом уровня моторизации страны, а для отдельных районов одной и той же страны – с ростом в их пределах интенсивности движения автомашин.

При работе автомобильных двигателей вредные примеси выделяются в основном через выхлопной патрубок. Некоторое их количество постоянно поступает в атмосферу из трубы картера, через клапан бензобака, а также из карбюратора.

Характер выделяемых вредных примесей прежде всего зависит от типа двигателей, которые подразделяются на бензиновые и дизельные. Основными вредными примесями, содержащимися в выхлопных газах этих двигателей, являются: окись углерода, наиболее характерная для бензиновых двигателей, окислы азота, различные углеводороды, включая и канцерогенный 3,4-бензпирен, альдегиды, сернистые газы. Бензиновые двигатели, кроме того, выделяют продукты, содержащие свинец, хлор, бром и иногда фосфор, а дизельные – значительные количества сажи и частичек копоти ультрамикроскопических размеров.

Таблица

Состав выхлопных газов автомобилей европейского производства

Наименование вещества	Содержание, %					
	бензиновый двигатель			дизельный двигатель ¹		
	максимальное	минимальное	среднее	максимальное	минимальное	среднее
Углекислый газ	15,0	2,7	9,0	13,8	0,7	9,0
Окись углерода	13,5	-	4,0	7,6	-	0,1
Кислород	17,4	-	4,0	20,0	0,5	9,0
Углеводороды	4,0	-	0,5	0,5	-	0,02
Водород	5,8	-	2,0	2,5	-	0,03
Альдегиды	0,03	-	0,004	0,004	-	0,002
Окислы азота	0,2	-	0,06	0,15	-	0,04
Сернистый газ	0,008	-	0,006	0,03	0,01	0,02

Количество выделяемых примесей зависит от типа мотора, его мощности, режима работы, износа, условий эксплуатации и обслуживания.

3. Загрязнение воздуха при сжигании топлива

При полном сгорании топлива в атмосферу поступает двуокись углерода и пары воды, которые сами по себе не являются вредными примесями, а также незначительные количества окислов серы и азота. Однако в связи с тем, что сгорание топлива редко бывает полным вследствие неправильных режимов работы топочных устройств, их дефектов или различного рода нарушений в дымоходах, а также при использовании топлива, не соответствующего технической характеристике отопительных установок, в атмосферу поступает чрезмерное количество твердых частичек несгоревшего топлива, золы и вредных газов. Укажем основные из них.

Соединения углерода: а) углекислый газ (CO₂), который не вреден при малых концентрациях, но при значительном содержании в топочных газах и поступлении их в плохо вентилируемые помещения способен создавать неблагоприятные условия за счет снижения количества кислорода в воздухе; б) окись углерода (CO) очень токсична, но быстро диффундирует в атмосфере; в) несгоревшие углеводороды или окисленные вещества (альдегиды и кислоты).

¹ Кроме указанных веществ, содержание сажи в выбросах дизельных двигателей достигало 1% веса сжигаемого топлива

Соединения серы – в основном представлены сернистым ангидридом (SO_2), который может переходить в серный ангидрид (SO_3) и в присутствии воды или ее паров образует серную кислоту (H_2SO_4).

Оксиды азота (NO и NO_2) – благоприятные условия для их образования создаются при высоких температурах.

Сажи – представляют собой несгоревшие частички угля или других видов топлива. Частички сажи имеют очень незначительные размеры (около 1 мкм) и очень легки, но они могут соединяться между собой и образовывать довольно крупные конгломераты, видимые невооруженным глазом.

Дымы – аэродисперсная система, состоящая из мельчайших частичек. При агглютинации (спекании) содержащихся в дымах саж в некоторых случаях возникают волокнистые или пластиноподобные образования, измеряемые иногда несколькими миллиметрами. Плотность дымов очень низка, а составляющие их частицы почти всегда окислены.

Пыль – состоит из частиц угля, количество которых иногда достигает 50% состава, причем чаще из окислованных или сгоревших частичек угля, а также частиц золы или породы.

4. Загрязнение воздуха выбросами предприятий различных отраслей промышленности

Основными вредными примесями, выделяемыми в атмосферу предприятиями металлургической промышленности, являются: 1) обычные пыли различного химического и гранулометрического состава (от 10 до 100 мкм в зависимости от технологических процессов); 2) тонкие пыли и различные дымы. В том числе дымы окислов железа рыжего цвета; 3) сернистый ангидрид, образующийся из включений серы в руде или топливе. Одновременно с этими примесями могут выделяться окись углерода и соединения фтора.

Производство серной кислоты. Серная кислота представляет собой главное сырье для производства различных веществ как неорганической, так и органической химии. Прямое окисление двуокиси серы (SO_2) в серный ангидрид (SO_3) в присутствии катализатора (контактный метод) является в настоящее время наиболее распространенным способом получения серной кислоты. Исходными продуктами для получения серной кислоты контактным методом являются элементарная сера, пириты или сульфиды; содержание вредных примесей в них (мышьяковистый и селенистый ангидриды) изменяется в зависимости от месторождения (0,02 % мышьяка для французских пиритов и 0,18% для пиритов немецких).

Производство азотной кислоты. Азотная кислота также является исходным сырьем, применяющимся как в неорганической, так и в органической химии.

Наиболее распространены способы получения азотной кислоты, основанные на окислении аммиака кислородом воздуха. Выделяемые при этом газы содержат окислы азота, аммиак и окись углерода, которые при хорошо отрегулированных режимах производства образуются в небольших объемах. Однако при больших размерах современных производств и количествах установок обуславливаемое ими загрязнение может перерасти в значительное.

По английским данным, средняя концентрация окислов азота в газах, отходящих через 15 дымоходов, составляла 4 г/м^3 .

Производство хлора. Основным и широко применяемым новым способом получения хлора является электролиз растворов поваренной соли. Каждое нарушение технологии производственного процесса сопровождается опасностью загрязнения атмосферы хлором и соляной кислотой, которые при нормальном режиме процесса содержатся в отходящих газах в незначительном количестве.

Производство удобрений. В настоящее время в сельском хозяйстве используются азотные, фосфорные, калийные и другие удобрения. Основной причиной загрязнения атмосферы при производстве азотных удобрений является процесс синтеза азотной кислоты. При производстве суперфосфата, кроме пыли, выделяемой при переработке фосфата (сушка, грануляция), в атмосферу поступают фтористые выделения, образующиеся в процессе обработки природных фосфатов серной кислотой. При взаимодействии с серной кислотой фосфаты, почти всегда содержащие около 1% элементарного фтора в составе комплексных неорганических соединений, образуют фтористоводородную (HF) и кремний-фтористоводородную (H_2SiF_6) кислоты.

Наибольшее выделение вредных примесей связано с операцией концентрирования фосфорной кислоты воздушным дутьем. При этом в 1 м^3 отходящего воздуха может содержаться до 10 г фтора. Даже при использовании специальных очистительных устройств крупный завод выбрасывает из дымовой трубы до 1,6 кг фтора в час.

Производство бумаги. Для этой отрасли промышленности более характерно выделение веществ с различными резкими и неприятными запахами, чем выделение вредных газов. Выделения пахучих веществ могут изменяться в зависимости от способа переработки древесной и целлюлозной массы.

Основными загрязнителями, поступающими в атмосферу при выпаривании обработанной сульфатным способом бумажной массы, являются копоть, сернистый ангидрид, неокисленные сернистые соединения, сероводород и неприятно пахнущие меркаптаны (тиолы).

Для установок по перегонке нефти характерны незначительные выделения вредных примесей (углеводороды, меркаптаны, сернистый ангидрид) за счет испарения с поверхности бассейнов с конденсатом.

На установках каталитического крекинга выделения окиси углерода, углеводорода и тонкой пыли происходят во время регенерации катализатора или при выбросах вместе с топливными газами. Окись углерода и углеводород обычно в основном сгорают в специальных печах и в атмосферу не поступают.

Установки вторичных процессов перегонки предназначены для различной химической обработки нефти десульфуризацией, рафинированием с помощью щелочи и кислот и т.п. способами. При этих процессах образуются многочисленные грязи и жидкие отходы, богатые соединениями серы и другими веществами с неприятным запахом.

Физико-химические свойства загрязнителей атмосферы

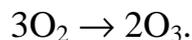
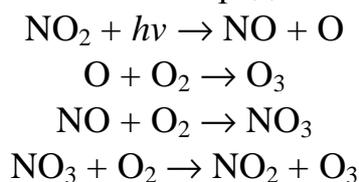
Дисперсный состав аэрозолей и скорость осаждения частиц. Пыли, выделяемые вместе с продуктами сгорания газов, с промышленными выбросами или при технологических процессах, прежде всего могут быть классифицированы по размерам частичек на: крупные – размером свыше 40 – 45 мкм; средние – размером от 1 до 40 мкм и тонкие – размером менее 1 мкм.

Пыли естественного происхождения также подразделяются по размеру частиц. Если он более 75 мкм, то пыль быстро осаждается на землю; при размерах от 75 до 5 мкм наблюдается медленная седиментация; а при еще меньших величинах образуются воздушные взвеси, поступающие при дыхании в легкие человека.

Взаимодействие газов и паров. Поступающие в атмосферу от различных источников вредные газы могут вступать в реакцию между собой и образовывать новые, в том числе и токсичные, соединения. При этом в атмосфере происходят реакции фотосинтеза, окисления, восстановления, полимеризации, конденсации, катализа и т.п.

Процессы образования новых соединений в атмосфере пока еще плохо изучены, за исключением отдельных частных случаев. Среди последних достаточно яркой иллюстрацией взаимодействия различных газов в атмосфере явилось образование фотохимического смога в Лос-Анджелесе.

Сернистый газ, двуокись азота и альдегиды под влиянием ультрафиолетового излучения в том диапазоне его волн, которые достигают поверхности земли, взаимодействуют с молекулярным кислородом, образуя атомарный кислород. Его выделение при фотосинтезе из альдегидов и сернистого газа ограничивается исключительно количеством этих веществ, содержащихся в воздухе, и при этом реакция необратима. В случае абсорбции ультрафиолетовых лучей двуокисью азота образуются атомарный кислород и окись азота. Эти продукты реакции, взаимодействуя с молекулярным кислородом, образуют озон и восстанавливают двуокись азота. Весь ход реакции может быть представлен в следующем виде:



то есть в результате каждые три молекулы кислорода превращаются в две молекулы озона. Образовавшаяся двуокись азота может снова участвовать в последующих реакциях, если только она не будет превращена в азотную кислоту или полностью исчерпана реакциями замещения.

Таким образом, относительно низкие концентрации двуокиси азота могут создавать сравнительно большие количества атомарного кислорода, которые в свою очередь образуют озон или реагируют с веществами, загрязняющими воздух. Именно озон и вновь образованные вещества и являются причиной раздражения слизистой оболочки органов зрения и обоняния, дыхательных путей, неблагоприятного воздействия на растения, снижения видимости – явных признаков смога.

Источник загрязнения гидросферы

В гидросферу выбрасывается 15 млрд. т загрязнителей в год.

Загрязненная поверхность вод (нефтепродукты, фенолы, соединения Cu, Zn, ксантогенаты, метилмеркаптан, формальдегид). 50% населения России пьет воду, не соответствующие гигиеническим требованиям.

Загрязнение подземных вод нефтепродуктами, фенолами, тяжелыми металлами, сульфатами и хлоридами, соединениями азота. Источники: нефтяные промыслы, горнодобывающая промышленность, шлаконакопители, свалки, животноводчество, не канализованные населенные пункты.

Основными источниками загрязнения природных вод являются:

1) атмосферные воды, несущие массы вымываемых из воздуха загрязнителей промышленного происхождения. При стоке по склонам атмосферные и талые воды дополнительно увлекают с собой массы различных веществ. Наиболее опасны стоки с городских улиц, промышленных площадок, несущие массы нефтепродуктов, фенолов, кислот, мусора;

2) городские сточные воды, включающие в себя преимущественно бытовые стоки, содержащие фекалии, детергенты (поверхностно-активные моющие вещества), микроорганизмы, в том числе патогенные; песок. Объем – 100 км³/год;

3) промышленные сточные воды (млрд. м³/год), образующиеся в различных отраслях производства, среди которых наиболее активно потребляют воду черная металлургия, химические, лесохимические и нефтеперерабатывающие предприятия. С развитием промышленности и увеличением потребления воды растет и количество образующихся жидких отходов — сточных вод. Еще в 60-х годах ежегодно в мире образовывалось около 700 млрд. м³ сточных вод. Примерно одна треть из них — промышленные сточные воды, загрязненные различными веществами. Только половина жидких промышленных отходов подвергалась очистке различными способами. Другая половина сбрасывалась без очистки в водоемы. В промышленности вода используется:

- для охлаждения и нагревания жидкостей, газов и газовых смесей;
- как растворитель;
- для приготовления и очистки растворов;
- для транспортировки материалов и сырья по трубам;
- для теплоэнергетических целей, в качестве пара для преобразования тепла или давления;
- для удаления отходов и т.д.

При технологических процессах появляются следующие основные виды сточных вод:

а) реакционные воды, образующиеся в процессе реакций с выделением воды. Эти воды загрязнены как исходными веществами, так и продуктами реакций;

б) воды, содержащиеся в сырье и исходных продуктах (свободная или связанная вода); в результате переработки загрязняются различными веществами;

в) промывные воды — воды после промывки сырья, продуктов, тары, оборудования;

г) водные экстрагенты и абсорбенты;

д) охлаждающие воды, не соприкасающиеся с технологическими процессами и используемые в системах оборотного водоснабжения;

е) бытовые воды - воды столовых, прачечных, душевых, туалетов, воды после мытья помещений;

ж) атмосферные осадки, стекающие с территорий промышленных, предприятий, загрязненные различными химическими веществами.

Главным источником поступления в окружающую среду химических соединений, содержащих тяжелые металлы, являются металлургия и гальваническое производство. Объем сточных вод гальванических цехов составляет 1 млрд. м³ в год. Гальваническое производство в состоянии испортить 30% годового стока всех рек страны. При этом 60% гальванических цехов не производят очистки стоков.

4) животноводческие хозяйства.

5) дождевые и талые воды с растворенными химическими соединениями.

6) водный транспорт.

7) атмосферные осадки.

При использовании воду, как правило, загрязняют, а затем сбрасывают в водоемы. Внутренние водоемы загрязняются сточными водами различных отраслей промышленности (металлургической, нефтеперерабатывающей, химической и др.), сельского и жилищно-коммунального хозяйства, а также поверхностными стоками. Основными источниками загрязнений являются промышленность и сельское хозяйство.

Загрязнители делятся на биологические (органические микроорганизмы), вызывающие брожение воды; химические, изменяющие химический состав воды; физические, изменяющие ее прозрачность (мутность), температуру и другие показатели.

Биологические загрязнения попадают в водоемы с бытовыми и промышленными стоками, в основном предприятий пищевой, медико-биологической, целлюлозно-бумажной промышленности. Например, целлюлозно-бумажный комбинат загрязняет воду так же, как город с населением 0,5 млн. человек.

Биологические загрязнения оценивают биологическим потреблением кислорода – БПК. БПК₅ – это количество кислорода, потребляемое за 5 суток микроорганизмами – деструкторами для полной минерализации органических веществ, содержащихся в 1 л воды. Нормативное значение БПК₅ = 5 мг/л. Реальные загрязнения сточных вод таковы, что требуют значений БПК на порядок больше.

Химические загрязнители поступают в водоемы с промышленными, поверхностными и бытовыми стоками. К ним относятся: нефтепродукты, тяжелые металлы и их соединения, минеральные удобрения, пестициды, моющие средства. Наиболее опасны свинец, ртуть, кадмий.

Физические загрязнения поступают в водоемы с промышленными стоками, при сбросах из выработок шахт, карьеров, при смывах с территорий промышленных зон, городов, транспортных магистралей, за счет осаждения атмосферной пыли. Всего в 1996 г. в водоемы страны сброшено 58,9 км³ сточных вод, из них 22,4 км³ загрязненных.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ

На долю земли приходится максимальное количество антропогенных отходов – 85 млрд. т ежегодно. Это примерно 600 тыс. пирамид Хеопса.

Твердые отходы машиностроительного производства (лом, стружка и опилки Ме, древесина, пластмасса, шлаки, зола, осадки), тяжелые Ме, нефтепродукты, фенол, соединение Ф. Загрязнение пестицидами в с/х (1980-1991г.г. 150 тыс.т/год, с 1992-100 тыс т/год). Трефлан, ДДТ, пропазин, ПХБ (полихлорбифенилы).

Эрозия почвенного покрова

Интенсивное земледелие в некоторых странах приводит к деградации земли и к эрозии почвенного покрова. Термин “эрозия” происходит от латинского слова *erosio* — разъедать. Деградация и эрозия почв приводят к разрушению 30% орошаемых посевных земель в Центральной Америке, 17% — в Африке, 20% — Юго-Западной Азии. В разной степени эрозии подвержено 75% почв США, столько же на территории бывшего СССР. Эрозия возникает под воздействием воды или ветра. Пахотные земли, лишенные растительного покрова и незащищенные от воздействия ветра, наиболее сильно подвержены воздействию эрозии.

Эрозия происходит под воздействием воды (водная) или ветра (дефляция). И та, и другая произошли в районе Великих пыльных бурь. Схема проявления процесса эрозии: весенний сток — смыв почвы — иссушение — распыление — выдувание, развеивание, перенос — ливневый сток. В районах искусственного орошения часто наблюдается ирригационная эрозия.

На образование плодородного слоя толщиной 20 см природа затрачивает от 2 до 7 тысяч лет. По темпам проявления и степени разрушения различают нормальную (естественную) эрозию, когда снос и смыв не превышает темпов почвообразования (под пологом леса смыв 20 см происходит за 174 тыс. лет, под лугом — 29 тыс. лет) и ускоренную эрозию, когда ее скорость превышает интенсивность почвообразования (при монокультуре кукурузы 20 см смывается за 15 лет). Причины эрозии следующие:

- выращивание монокультур (При многолетнем возделывании одной культуры на одном и том же участке резко снижается урожай, в почве накапливаются специфические для данной культуры токсины, для которых введены специальные термины: клевероутомление, льноутомление. Посев сопровождается размножением вредных насекомых, разрастанием сорняков, истощением почв. Ослабленная почва - легкая добыча для эрозии).

- многолетняя вспашка земли (Пахотные земли, лишенные растительного покрова и незащищенные от воздействия ветра наиболее сильно подвержены воздействию эрозии.);

- вырубка лесов (10 тыс. га леса удерживает 500 тыс. м³ воды.);

- скотоводство (На пастбищах до 60% осадков уходит с поверхностными стоками, смывая 16 т почвы с гектара. Увеличение склона с 2 до 4° вызывает вдвое больший смыв, а с 4 до 8° — в 7 раз, причем южные склоны всегда более подвержены эрозии.).

Существует масса способов искусственного орошения: капельное, подпочвенное, рукотворный дождь (обстрел химикатами облаков). Однако из-за неумелого полива часто происходит процесс засоления. Отсутствие стока излишков воды вызывает подъем грунтовых вод, богатых солями. Испаряясь, вода для орошения оставляет на месте плодородных земель солончаки. В Пакистане за последние 2 десятилетия более 2 млн. га превратились в солевые пустыни. Опасно вести орошение минерализованными водами. Частый спутник ирригации заболачивание. При избытке влаги или недостаточном испарении повышается уровень грунтовых вод, и местность превращается в болото.

Удобрения. Для улучшения почвенной структуры и предотвращения деградации, а также интенсификации роста растений применяют удобрения.

Некоторые химические соединения очень важны для растений, так как помогают их росту. Большинство растений получают эти соединения из почвы. Соединения растворяются в воде и через корни поступают в растения. Соединения, поглощаемые из почвы, обычно называют минералами.

Углерод поступает к растениям в форме углекислого газа (диоксида углерода) через листья. Растения, поглощая углекислый газ, производят ежегодно до 200 миллиардов тонн органических веществ. Эти органические вещества (главным образом в форме углеводов, протеина и растительного масла) используются для формирования стенок растений и мембран.

Азот. Только немногие организмы могут его использовать непосредственно. Высшие зеленые растения обычно получают его из почвы в виде нитратов, иногда ионов аммония, нитритов, мочевины и аминокислот. Азот нужен для формирования аминокислот, а следовательно, и протеинов. Азот нужен для синтеза и некоторым другим соединениям, таким как пурины и пиримидины. Зеленый пигмент растений хлорофилл для своего формирования также требует азот. Использование азота в земледелии значительно повышает урожай. В почву вносят сульфат и хлорид аммония, аммиачную селитру, натриевую и калиевую селитру, карбамида.

Водород поступает к растениям в комбинации с кислородом, как вода. Он нужен для формирования структуры растений. Внутриклеточная жидкость и клеточный сок содержат существенную концентрацию водорода в ионной форме. Поддержание этой концентрации очень важно для того, чтобы многие метаболические процессы протекали эффективно.

Кислород проникает в растения тремя способами: в комбинации с углеродом как углекислый газ, с водородом как вода или как молекулярный кислород непосредственно из атмосферы через листья. Наряду с тем, что он имеет первоочередную важность для формирования органических материалов, он также важен для аэробной респирации.

Железо. Его недостаток сильно замедляет образование хлорофилла, который чрезвычайно важен для зеленого растения. Если железо не поглощается, развивается хлорозис, и листья бледнеют.

Фосфор поглощается в форме фосфатов. Большая часть растительного вещества содержит фосфатную группу. Наиболее важный пример — это богатый энергией аденозинтрифосфат. Фосфор вовлекается в процессы, требующие больших затрат

энергии, он оказывает стимулирующее воздействие на активно растущие части растений, такие как почки и корневые волосики. В почву вносят суперфосфат, аммофоса.

Сера поглощается из почвы. Она встречается в некоторых аминокислотах и через них — в протеинах. При отсутствии серы листья приобретают бледно-зеленый цвет. В почву вносят в виде сульфата аммония.

Калий — наиболее распространенный электроположительный ион в растениях. Растущие участки растений и листьев содержат его высокие концентрации. Ионы участвуют в синтезе протеина и образовании хлорофилла.

Магний поглощается растениями в ионной форме. Как составляющая хлорофилла, он существенен. Отсутствие магния приводит к хлорозису.

Кальций используется во многих важных структурных формированиях. Растения поглощают его в ионной форме. Рост растительной клетки требует кальция, без присутствия этого иона невозможен процесс построения клеточных стенок

Описанные элементы являются существенными питательными веществами не только растений, но и животных. В каждом конкретном районе, имеющем скудное снабжение этими или другими питательными веществами, рост растений заметно замедляется, если, конечно, фермеры не вносят их с удобрениями.

Химическое регулирование — это лучший способ обезопасить работу фермеров.

Пестициды — это химикаты, которые применяют на полях. В соответствии со своим назначением они подразделяются.

Инсектициды убивают тех насекомых, которые атакуют урожай, животных и самого человека. Эти насекомые наносят вред либо непосредственно путем пожирания, либо передавая болезни. Инсектициды могут воздействовать четырьмя возможными способами: прямым контактом с насекомым, попадая вместе с переваренным соком растений внутрь насекомого, перевариванием с листвой и вдыханием ядовитых паров.

Гербициды оказывают смертельное воздействие на растения. Общие гербициды убивают всю зеленую растительность, с которыми они входят в контакт. Селективные гербициды имеют более избирательное воздействие, поэтому их можно использовать для уничтожения сорняков без воздействия на полезные культуры. Воздействие гербицидов осуществляется тремя основными путями: опрыскиванием непосредственно сорняков, формированием барьера для распространения их в почве, третья группа гербицидов проникает в сорняки, прежде чем начинается их действие.

Фунгициды регулируют рост паразитных и сапрофитных грибков, которые растут за счет полезных культур. Тесный контакт между грибками и хозяином требует от воздействия химикатов высокой степени селективности. Фунгициды воздействуют или непосредственно на поверхности обитания грибков, или на установленные инфекции. Они могут также защищать растения от будущих грибковых инфекций.

Нематициды очищают почву от паразитных червей, которые питаются урожаем. Эти микроскопические вредители поражают корневую систему. Они уничтожаются

окуриванием. Нематициды часто воздействуют через пары, распространяясь в почве и достигая паразитных червей.

Моллюскициды убивают слизняков и улиток и воздействуют обычно через пищеварение. Часто химикаты смешиваются с привлекательной приманкой, такой как отруби, которую предпочитают слизняки и улитки.

Инсектициды, гербициды и фунгициды составляют 1/3 мирового использования пестицидов, однако спектр используемых пестицидов различается в зависимости от климата и выращиваемых культур. В тропических и субтропических районах преобладают инсектициды, в то время как в районах с умеренным климатом более важны гербициды.

По подсчетам Всемирной организации здравоохранения, число случайных отравлений пестицидами доходит до 1,5 млн. случаев в год, в основном в развивающихся странах, где отсутствует техника безопасности и необходимые средства защиты.

Пестициды должны обладать двумя основными качествами. Они должны иметь точную направленность воздействия, которое, в свою очередь, должно быть предсказуемым по отношению к каждому конкретному вредителю. Кроме того, они должны оказывать минимальное воздействие на окружающую среду.

РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

1. Продукты испытания ядерного оружия с долгоживущими изотопами Cs-137, Sr-90.
2. Р/а после Чернобыльской аварии.
3. Плановые и аварийные выбросы от предприятий атомной промышленности, АЭС.
4. Р/а отходы и источники.
5. Атомные электрические станции. 9 АЭС в РФ.
6. Предприятия по производству ядерных материалов (Арзамас 16, Челябинск 40, Красноярск 45, Томск 7).
7. 250 кораблей и судов с ядерноэнергетическими установками.
8. 15 полигонов для захоронения р/а отходов.
9. 15 тыс. научно-исследовательских и других учреждений (больницы, использование р/а вещества)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

1. Шум: транспорт, техническое оборудование, вентиляторы, газотурбокомпрессоры. Уровень шума в ДБ 40 дБ – норма. При 70 дБ глубокие изменения нервной системы.

Инфразвук.

Вибрация: технологическое оборудование ударного типа (молот, пресс), энергетические установки (насосы, компрессоры, двигатели), рельсовый транспорт, лифты, насосные станции, канализации, мусоропровод.

2. ЭМИ: Теле-, радиостанции, линии электропередач, повышение радио фона в близи аэропорта.

ВОЗДЕЙСТВИЕ СВАЛКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Свалка, воздействие на ОС: нарушение ландшафт; разрушение экосистем; транспортные потоки; запах, паразиты, пожар; загрязнение воды щелоками борьба (дренаж, пленка); свалочный газ.

Ландшафт. Захоронение отходов неизбежно сказывается на визуальном восприятии местности. Иногда бывает необходимо разместить свалку в живописном месте, в частности ряд существующих и несколько проектируемых свалок в Великобритании находятся в национальных парках или природных уголках. Кроме этого, некоторые свалки могут содержать объекты особого или научного интереса. К ним необходимо применять специальную политику землепользования, в соответствии с которой свалка должна как можно меньше искажать ландшафт в период активной деятельности и не должна приводить к неоправданной потере объектов, представляющих интерес и имеющих определенную значимость.

Свалка может маскироваться от зон, посещаемых публикой, с помощью посадок деревьев или кустарников либо за счет использования естественных скрывающих линий рельефа. Восстановленная свалка должна в скором времени стать органичной частью ландшафта.

Экология. Операции захоронения отходов обыкновенно выполняются в карьерах, на запущенных землях или, гораздо реже, на необработанных или культурных землях. Участки различаются по ландшафтным и экологическим достоинствам, а также по иным характеристикам, но в большинстве случаев захоронение оказывает сильное и, возможно, необратимое влияние на экологию свалки и примыкающих территорий. Захоронение отходов приводит к разрушению существующей растительной системы и к значительному нарушению жизни животных. Только в самых исключительных случаях можно организовать свалку таким образом, чтобы сохранить, например, отдельные экземпляры деревьев и кустарников.

Однако такие изменения необходимо компенсировать, добиваясь баланса между выигрышем за счет размещения свалки в определенной местности и преимуществами, которые могут быть получены после восстановительных работ на свалке. Назначением восстановления должно быть включение свалки в существующий ландшафт и установление устойчивой экосистемы, по возможности более ценной, чем та, что сложилась здесь прежде. Организация работ по захоронению с учетом воздействия на экологию практикуется с недавних пор, но она становится все более важной.

Местное население. Одним из наиболее очевидных признаков появления свалки оказывается возрастание транспортных потоков. Тяжелый грузовой транспорт повышает уровень шума, вибраций, вредных выхлопов, запыленности, физического и визуального загрязнения. Кроме того, пешеходов пугают размеры мусоровозов. Тяжелые машины на узких дорогах приводят к задержке другого транспорта, а повреждения обочин и полотна дороги дают повод для недовольства и жалоб.

Экологический аспект мусорных свалок

Ухудшение ландшафта. Увеличение количества твердых отходов ведет к расширению площадей, отводимых под свалки, к загрязнению природы и к ухудшению ландшафта.

Ухудшение структуры почвы. Часть мусора неизбежно сгнивает, но пластики, металл и стекло биологически не разрушаются и, если их не убирать, остаются в почве и на поверхности почти неограниченное время.

Опасность для природы и животных. Часть мусора является опасной для животных и природы (см. таблицу 3). Многие люди выбрасывают мусор в пластиковых мешках. В поисках остатков пищи кошки, собаки и лисы могут их открыть. Привлеченные запахом пищи к открытым банкам животные могут порезаться об острые неровные края. Исколеченные таким образом, они не в состоянии обеспечить себе пропитание или убежать от хищников и рано или поздно погибают.

Загрязнение воды. Образование и состав щелока. Образование и состав щелоков на свалках определяются многочисленными физико-химическими и биологическими процессами. В общем случае состав щелока будет зависеть от типа и возраста отходов, преобладающих физико-химических условий, микробиологического и водного баланса свалки.

1. На первой стадии деградирующие отходы подвергаются воздействию аэробных организмов, живущих в отходах, при наличии кислорода в захваченном воздухе. В результате формируются простые органические соединения: двуокись углерода и вода. Выделяется тепло, и аэробные организмы размножаются.

2. Вторая стадия наступает, когда весь кислород исчерпывается или замещается двуокисью углерода. Аэробные организмы, процветавшие при наличии кислорода, погибают. После этого процесс продолжают организмы, которые жизнеспособны и при наличии кислорода, и при его отсутствии. Они способны разложить большие органические молекулы, присутствующие в пище, бумаге и аналогичных материалах до более простых соединений: водород, аммиак, вода, двуокись углерода и органические кислоты. На этой стадии концентрация двуокиси углерода может достигать максимального уровня — 90%, но обычно составляет около 50% образующегося газа.

3. На третьей и последней анаэробной стадии размножаются колонии метанобразующих организмов, они разлагают органические кислоты, выделяя метан или иные продукты. В составе щелока будут присутствовать водорастворимые продукты этих биологических процессов, а также другие растворимые компоненты отходов. Удобно объединить основные компоненты щелока свалок в следующие четыре класса:

- 1) ионы: кальций, магний, железо, натрий, карбонаты, сульфаты и хлориды, аммиак;
- 2) металлы в следовых содержаниях, например: марганец, хром, свинец и кадмий;
- 3) широкий спектр органических соединений, которые обычно характеризуются параметрами Общего содержания углерода (ОСУ) или Химического потребления кислорода (ХПК); можно рассматривать также отдельные химические вещества, например — фенол.

Лекция №13 ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Безотходное производство.

Абсолютно безотходного производства не существует, даже биосфера не полностью безотходна (из кругооборота веществ, элементов часть уходит в виде осадочных пород). Это идеал, к которому надо стремиться. Промежуточный этап – малоотходное производство. Это такое производство, при котором результаты воздействия на природу не превышают уровень допустимого санитарно-гигиенического норматива, т.е. ПДК (см. лекцию по ЭЭ). Часть сырья и материалов может переходить в отходы и направляться на длительное хранение.

Принципы создания малоотходных производств.

1. Принцип системности.

Каждый процесс, производство – элемент территориально-производственного комплекса в регионе, а также элемент эколого-экономической системы в целом, включая природную среду.

2. комплексность использования ресурсов.

Все сырье – комплексное, более 1/3 всех руд сопутствующие элементы. Сейчас 20% золота получают попутно.

3. цикличность материальных ресурсов, замкнутые водо-, газооборотные системы.

4. ограничение воздействия производства на ОС. Сохранение атмосферного воздуха, рекреационных мест, здоровья населения. Осуществим в сочетании с мониторингом, экологическим нормированием.

5. рациональность организации – оптимизации производства по энерготехнологическим, экономическим, экологическим параметрам.

Очистка воздушных выбросов

1. Сухие пылеуловители - процесс отделение твердых частиц от газовой фазы: циклоны, пылеосадительные камеры, вихревые циклоны, жалюзийные и ротационные пылеуловители, фильтры, электрофильтры.

Электрофильтры – очистка газов, в основе ударная ионизация газа в зоне коронирующего разряда, передача заряда частицами примеси.

Фильтры – задержания частиц примесей на пористых перегородках стекловолокна.

2. Мокрые пылеуловители – скрубберы. Вентури, форсуночные скрубберы, пенные. по принципу осаждения частиц пыли на поверхность в виде капель, пленки.

Очистка от частицы размером 1-2 мкм. Недостатки: образуется шлам, который надо удалить, отложения в газоходах, необходим постоянный подвод воды.

15-20 м/с – скорость газа на входе; в узком сечении сопла – 30-200 м/с; в диффузорной части до 15-20 м/с. ↓

3. Туманоуловители для очистки от туманов кислот, щелочей, масел и др. жидкостей. Используют волокнистые фильтры. Принцип: осаждение капель на поверхности пор с последующим стеканием жидкости под действием сил тяжести.

4. Очистка от газо- и парообразных загрязнителей осуществляется физико-химическими методами:

- абсорбция (промывка газов растворителями примесей);
- хемосорбция (промывка растворами, связывающих примеси химически);
- адсорбция (поглощение газообразными примесями твердыми активными веществами);
- термическая нейтрализация;
- поглощение примесей путем применения каталитического превращения.

Очистка сточных вод

1. Очистка от твердых примесей:

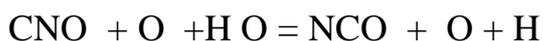
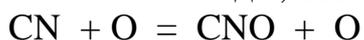
- Процеживание (крупных частиц до 25 мм, через решетки)
- Отстаивание осадение твердых частиц в жидкости это песколовки, отстойники.
- Гидроциклоны, центрифуги – отделение твердых примесей в поле действия центробежных сил.
- Фильтрация: фильтры зернистые (кварцевый песок, гравий, антрацит) и микрофильтры из пористых материалов.

2. Очистка от маслопродуктов:

- Отстаивание (масло всплывает вверх).
- Использование коагулянтов (NaCl, Na₂CO₃, H₂SO₄).
- Центробежные, гидроциклоны.
- Флотация (напорная, пневматическая, пенная, химическая, биологическая, электрофлотация).
- Фильтрация (адсорбция масел на поверхности фильтроматериала за счет сил межмолекулярного взаимодействия).

3. Очистка от растворимых примесей.

- Экстракция.
- Сорбция (зола, торф, опилки, глина, шлаки).
- Нейтрализация (смешение кислых и щелочных)
- Электрокоагуляция для очистки сточных вод гальванических и травильных отделений С₂, тяжелых Me. Анализ растворения стальных электродов, Fe востан-т С до С . Одновременно: гидролиз Fe , Fe и С с обрез. Нераств-х гидроксидов, ионообменные методы, озонирование



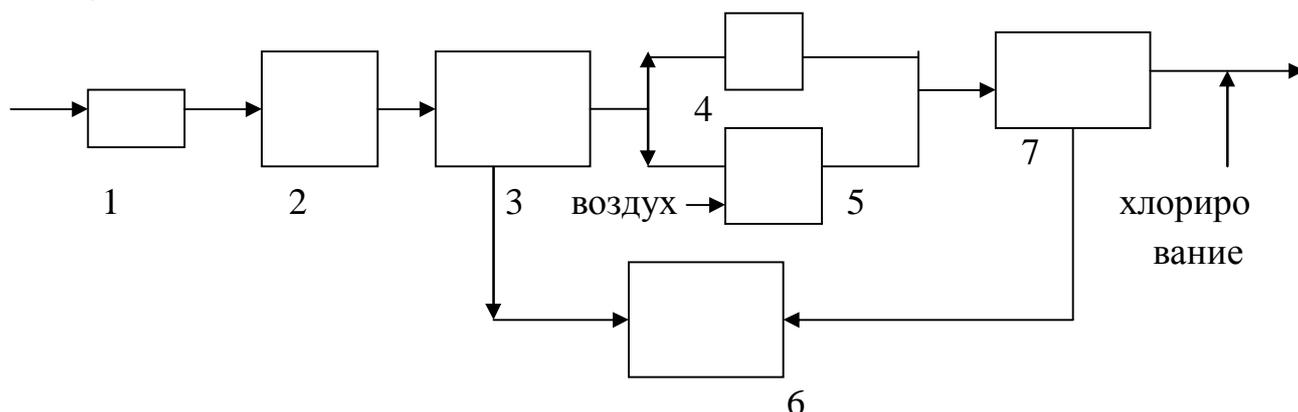
4. Очистка от органической примесей.

Биологические методы:

1) Естественные сооружения: поля орошения, фильтрации, биологические пруды.

2) Искусственные: аэротенки, метантенки.

Общая схема очистки воды



- 1 - решетка
- 2 – песколовка
- 3 – отстойник
- 4 – фильтр
- 5 – аэротенк
- 6 – метатенк
- 7 - отстойник

Инновационные технологии рекультивации почв

Биологическая рекультивация вне участка. Помимо промывки почвы в последнее время в развитых странах появилось большое число новых технологий, позволяющих очистить почву как от всех загрязнений, так и от специфических загрязняющих веществ. При этом рекультивации почвы проводится непосредственно на участке, для того чтобы избежать затрат на экскавацию и транспортировку больших объемов грунта.

При биологической рекультивации вне участка верхний слой почвы снимается и вывозится на специальный полигон, где вся эта масса земли обрабатывается. При этом для разложения органических загрязняющих веществ в почве, отстое и твердом грунте используются микроорганизмы. Микроорганизмы разлагают загрязняющие вещества, используя их как источник пищи. Конечным продуктом обычно являются CO_2 и H_2O . При биологической рекультивации твердые вещества сначала перемешиваются в воде до формирования жидкой пульпы, и биологическое восстановление осуществляется на жидкой фазе; затем производится второй этап обработки — твердофазная биорекультивация, при которой почва загружается в камеру или закрытое помещение и разрыхляется с добавкой воды и питательных веществ.

Биологическая рекультивация на участке. Кислород и питательные вещества закачиваются под давлением через скважины в почву или распределяются по поверхности для инфильтрации в загрязненный материал. Процесс разложения загрязняю-

щих веществ микроорганизмами происходит прямо на участке, а при помощи био-вентиляции конечные продукты удаляются.

Маслосодержащие отходы при помощи пара или горячей воды смываются и перемещаются в более проницаемые для жидкостей участки, а затем выкачиваются из почвы. При желании загрязненные масла можно очистить и использовать в качестве топлива.

Цианидное окисление. При цианидном окислении участки, пораженные органическими цианидами, обрабатываются соответствующими химическими веществами. При этом происходят химические реакции, и органические цианиды окисляются до менее опасных соединений. Далее, если необходимо, участок обрабатывается другими методами.

Дехлорирование. При дехлорировании происходит удаление или перемещение опасных соединений, содержащих атомы хлора.

Промывка на участке. При использовании процесса промывки в почву, отходы или грунтовые воды вводятся большие объемы воды (иногда с химическими соединениями для обработки). Опасные загрязнения вымываются с участка. Однако выводимая вода должна быть эффективно изолирована в пределах водоносного пласта и обязательно восстановлена.

Остекловывание на участке. Большую опасность для жизни растений, животных и людей представляют оставшиеся в почве тяжелые металлы. Процесс остекловывания решает проблему удаления тяжелых металлов и даже их утилизации весьма оригинальным способом. При остекловывании на участке загрязненная почва нагревается до температуры около 1600°C. При этом тяжелые металлы инкапсулируются в стекловидные структуры соединений силиката и становятся практически безвредными, так как, во-первых, они находятся в соединениях, а, во-вторых, заключаются в стекловидную оболочку. Органические вещества при этом сжигаются.

Восстановление металлов высокотемпературной плазмой. Это — термический процесс, который извлекает загрязнения из твердых веществ и почвы в виде металлических и органических газов. Органические газы можно сжигать как топливо, а металлические могут быть восстановлены и рециклированы. Этот и предыдущий процессы, разумеется, очень дороги, и вопрос об их применении каждый раз должен решаться в конкретных обстоятельствах, связанных либо с ценой на восстанавливаемый участок, либо со стоимостью извлекаемых и рециклируемых металлов.

Фитообработка. Значительно более дешев и легок в применении процесс культивации специальных растений, способных забирать корнями или листвой специфические загрязнения и снижать их концентрацию в почве. Сами растения необходимо периодически скашивать и убирать с участка.

Почвенная паровая экстракция. Летучие органические составляющие удаляются из почвы на участке почвенной паровой экстракции с помощью паровых экстракци-

онных скважин. Иногда процесс осуществляется в комбинации со скважинами для инъекции в почву воздуха, с целью отгонки и смыва загрязнений воздушным потоком. После чего производится дальнейшая обработка.

Экстракция растворителями. Иногда для рекультивации почвы, загрязненной однородными по составу веществами, бывает достаточно правильно подобрать растворитель. При этом органические загрязнения растворяются избирательно и затем удаляются из отходов. Растворители меняют в зависимости от обрабатываемых отходов.

Термическая десорбция. Отходы нагревают в контролируемой обстановке до рабочей температуры, обычно менее 550°С. При таком нагреве органические соединения улетучиваются из почвы. Летучие загрязнения необходимо собирать и подвергать дальнейшей обработке.

Утилизация отходов

Классификация промышленных отходов

1. Не утилизируемые нефтемаслоотходы, которые содержат до 80% воды и до 10% грунта и механических включений. Обезвреживаются эти отходы сжиганием. Их количество стабильно и составляет по области примерно 5000 т в год.
2. Жидкие отходы, содержащие органические загрязнения с ХПК около 25000 мг/л. Эти отходы частично выпариваются в процессе сжигания органических загрязнений.
3. Жидкие отходы с минеральными загрязнениями (кислоты, щелочи, соли, гидроксиды тяжелых металлов). Нейтрализуются в котлованах за счет взаимного смешения и добавления реагентов.
4. Условно-твердые отходы, в том числе пастообразные, которые смешиваются с опилками. Сгущенные таким образом отходы помещают в котлован и изолируют сверху слоем грунта. На эту почву высевают травы, высаживают деревья и декоративные кустарники.
5. Особо токсичные сильнодействующие ядовитые соединения. Их прием и захоронение производят в металлических контейнерах. Предприятие-поставщик, кроме паспорта, характеризующего состав отходов, представляет акт о герметичности контейнера. Количество подобных отходов составляет примерно 0,5—1,0% от всей перерабатываемой на полигоне массы.

УКРУПНЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ

1. Отходы производства.

- 1) черные и цветные металлы (отходы производства металлов, прокатного производства и обработки металлов);
- 2) добыча и обогащение полезных ископаемых (скальные породы, галечник, глина, гравий, песок, известняк, мел, отвальные хвосты флотационного обогащения руд, отходы углеобогащения).

- 3) золы, шлаки, шламы, горелая земля, коксовые остатки и углесодержащие отходы;
 - 4) пластмассы и полимеры;
 - 5) хлопчатобумажные, льняные, шерстяные, шелковые, синтетические и искусственные волокна;
 - 6) резиносодержащие отходы;
 - 7) асбест;
 - 8) стекло и стеклопластик, строительные материалы;
 - 9) древесина и отходы переработки древесины;
 - 10) бумага;
 - 11) кожа, меха;
 - 12) отходы пищевых и мясомолочных производств;
 - 13) сельское хозяйство (солома, стебли кукурузы, подсолнечника и др.);
2. Отходы потребления:
- 1) изношенные изделия, содержащие текстильные материалы;
 - 2) бумага и картон;
 - 3) стеклобой;
 - 4) резиносодержащие и асбестсодержащие отходы;
 - 5) изделия из пластмассы, кожи, древесины, металла
 - 6) жилищно-коммунальные отходы.

Утилизация ТБО

1. Свалки
2. Сжигание (5т ТБО экономит 1т усл. топлива). Недостаток – образуются диоксины.
3. Биогаз.

Обработка твердых и жидких отходов.

Токсические отходы – централизованно обезвреживаются, захороняются на полигонах. Это - мышьяксодержащие, ртутьсодержащие отходы, цианосодержащие воды, шламы, отходы с тяжелыми металлами, органические растворители, органические горючие (обтирочные материалы, оргстекло, пластмасса, жидкие нефтепродукты, лаки, краски). Ртутные и люминесцентные лампы, баллоны с оставшимися веществами. На полигонах происходит термическое обезвреживание с утилизацией ртути.

Осадки сточных вод подвергаются уплотнению, стабилизации (биоразложение органической составляющей), обезвоживанию.

Лекция №14 ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

1. Экологический контроль
2. Экологический паспорт
3. Экологическая экспертиза и экологический аудит
4. Мониторинг
5. Экономика среды обитания

1. Экологический контроль:

Система контроля представлена Минприроды, Ростехнадзор, а также Роскомгидромет, Госкомсанэпиднадзор, Роскомзем, Госстрой, Роскомвод, Роскомнедра и др.

Основные полномочия:

- выдача разрешений на природопользование, установление лимитов, квот;
- ходатайство о прекращении финансирования, прекращение деятельности предприятия;
- предъявление исков, штрафов;
- требование устранения экологических нарушений;
- посещение объекта контроля, получение необходимой информации.

2. Экологический паспорт природопользователя:

разрабатывается предприятием, утверждается руководством по согласованию с территориальным органом Минприрода. Это основной источник информации о природопользовании на предприятиях:

- общие сведения о предприятии его принадлежность, расположение;
- природно-климатическая характеристика района;
- краткое описание технологии производства, баланс материальных потоков;
- характеристика сырья, материальных и энергетических ресурсов;
- сведения об использовании земель, вод, воздушных ресурсов;
- характеристика выбросов в атмосферу;
- характеристика водопотребления и водоотв.;
- характеристика отходов;
- сведения о транспорте предприятия;
- эколого-экономической деятельности предприятия;
- экономические показатели (лимиты, платежи за природопользование).

3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТОВ и *экологическое аудирование:*

Экологическое аудирование: проверка соответствия деятельности предприятия (природопользователя) природоохранным нормам и правилам. Это инструмент управления окружающей средой.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТОВ

В соответствии с законом РФ «Об экологической экспертизе» (1995 г.) **экологическая экспертиза** – установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

Основной целью и функцией ЭЭ является максимальное предупреждение возможных негативных последствий намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую природную среду, на здоровье человека, условия его проживания, определяющим фактором которых являются сохранение и поддержание разнообразия форм жизни, видов. Предупредительная функция ЭЭ заключается в том, что она осуществляется в виде предварительной проверки и установления соответствия хозяйственной деятельности требованиям рационального природопользования, экологической безопасности, причем эта деятельность осуществляется специально создаваемой комиссией под контролем органов Минприроды, т.е. имеет законодательную силу и обязательность выполнения.

Принципы экологической экспертизы и ОВОС в действующем российском законодательстве довольно хорошо проработаны и закреплены в Законе «Об экологической экспертизе»:

1. Принцип обязательности - наличие положительного заключения ГЭЭ является одним из обязательных условий финансирования и реализации объекта государственной ЭЭ. Правовым последствием отрицательного заключения государственной ЭЭ является запрет реализации объекта ГЭЭ.

2. Принцип научной обоснованности, объективности и законности заключений ГЭЭ рассматривается в законах в связке и означает, что ЭЭ и ОВОС представляют собой научно-исследовательский процесс и должны производиться на современном научно-техническом уровне, с использованием новейших форм и методов научных исследований квалифицированными учеными-экспертами.

3. Принцип независимости и невмешательства - непременным условием эффективности ЭЭ является функциональная и финансовая независимость организующих ЭЭ органов и проводящих ее экспертов (преимущественно внештатный статус последних, их надлежащее финансовое, организационное, материально-техническое и другое обеспечение).

4. Принцип широкой гласности и участия общественности предполагает возможность общественных организаций и граждан получать такую информацию и доводить до сведения лиц, принимающих решения, свою позицию, обязательность для последних сообщать о принятых решениях и т.д. Этот принцип обеспечивается, в частности, ст. 84 и 86 закона, предусматривающими административную ответственность за отказ в предоставлении, или несвоевременное предоставление, или искажение экологической информации, а также возмещение причиненного таким правонарушением вреда. Гласность экологической информации тесно связана с привлечением общественности к участию в проведении государственной ЭЭ. Формы такого участия, подразумеваемые российским законодательством, многообразны: рассмотрение

предложений граждан и общественных объединений о самом проведении экологической экспертизы, включение представителей общественности в состав экспертных комиссий, ознакомление населения с результатами государственной ЭЭ, проведение референдумов и т.д.

5. Принцип ответственности.

Виды ЭЭ:

- государственная;
- общественная.



Государственная экологическая экспертиза назначается специально уполномоченным органом государства в области охраны окружающей природной среды. Ее выводы обладают силой надведомственного документа, обязательного к исполнению.

В соответствии со ст. 11 закона РФ «Об экологической экспертизе» обязательной государственной экологической экспертизе, проводимой на федеральном уровне, подлежат:

– проекты правовых актов РФ нормативного и ненормативного характера, реализация которых может привести к негативным воздействиям на окружающую природную среду, нормативно-технических и инструктивно-методических документов, утверждаемых органами государственной власти РФ, регламентирующих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказывать воздействие на окружающую природную среду;

– материалы, подлежащие утверждению органами государственной власти РФ и предшествующие разработке прогнозов развития и размещения производительных сил на территории РФ, в том числе:

1) проекты комплексных и целевых федеральных социально-экономических, научно-технических и иных федеральных программ;

2) проекты генеральных планов развития территорий свободных экономических зон и территорий с особым режимом природопользования и ведения хозяйственной деятельности;

3) проекты схем развития отраслей народного хозяйства Р;

4) проекты территориальных схем расселения, природопользования и территориальной организации производительных сил РФ;

5) проекты межгосударственных инвестиционных программ, в которых участвует РФ, и федеральных инвестиционных программ;

7) проекты комплексных схем охраны природы РФ;

– технико-экономические обоснования и проекты строительства, реконструкции и расширения, технического перевооружения, консервации и ликвидации организаций и иных объектов хозяйственной деятельности РФ и другие проекты независимо от их сметной стоимости, ведомственной принадлежности и форм собственности, осуществление которых может оказать воздействие на окружающую природную среду в пределах территории двух и более субъектов РФ, в том числе материалы по созданию гражданами или юридическими лицами Российской Федерации с участием иностранных граждан или иностранных юридических лиц организаций, объем иностранных инвестиций в которые превышает пятьсот тысяч долларов;

– технико-экономические обоснования и проекты хозяйственной деятельности, которая может оказывать воздействие на окружающую природную среду сопредельных государств, или для осуществления которой необходимо использование общих с сопредельными государствами природных объектов, или которая затрагивает интересы сопредельных государств, определенные «Конвенцией об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте»;

– проекты международных договоров;

– документация, обосновывающая соглашения о разделе продукции и концессионные договоры, а также другие договоры, предусматривающие использование природных ресурсов и (или) отходов производства, находящихся в ведении РФ;

– материалы обоснования лицензий на осуществление деятельности, способной оказать воздействие на окружающую природную среду, выдача

которых относится в соответствии с законодательством РФ к компетенции федеральных органов исполнительной власти;

– проекты технической документации на новые технику, технологию, материалы, вещества, сертифицируемые товары и услуги, которые входят в перечень, утверждаемый специально уполномоченным государственным органом в области экологической экспертизы, в том числе на закупаемые за рубежом товары;

– материалы комплексного экологического обследования участков территорий, обосновывающие придание им статуса особо охраняемых природных территорий федерального значения, зоны экологического бедствия или зоны чрезвычайной экологической ситуации, а также программы реабилитации этих территорий;

– проекты схем охраны и использования водных, лесных, земельных и других природных ресурсов, находящихся в ведении РФ;

– документация на изменение функционального статуса, вида и характера использования территорий федерального значения, в том числе материалы, обосновывающие перевод лесных земель в нелесные;

– объекты государственной экологической экспертизы, приведенные выше и ранее получившие положительное заключение государственной экологической экспертизы в случае:

1) доработки объекта экологической экспертизы по замечаниям проведенной ранее государственной экологической экспертизы;

2) изменения условий природопользования специально уполномоченным государственным органом в области охраны окружающей природной среды;

3) реализации объекта государственной экологической экспертизы с отступлениями от документации, получившей положительное заключение государственной экологической экспертизы, и(или) в случае внесения изменений в указанную документацию;

4) истечение срока действия положительного заключения государственной экологической экспертизы;

5) внесения в проектную и иную документацию изменений после получения положительного заключения государственной экологической экспертизы.

4. Мониторинг

– процесс слежения, наблюдения элементов ОС в пространстве и времени.

Виды:

- глобальный, региональный, локальный;
- биоэкологический, геоэкологический, биосферный;
- химический (тяжелые металлы, пестициды);
- физический (радиация, электромагнитные излучения);
- биологический (микробиологическое загрязнение);
- геохимич., дистанц., аэрокосмич.

Мониторинг атмосферного воздуха:

Сеть наблюдений включает 3 категории постов: стационарных, маршрутных, передвижных (подфакельный).

Методы контроля за состоянием окружающей среды

1. Газовая хроматография.

Анализ смеси веществ в результате распределения компонентов м/у несмешивающимися фазами (подвижная – азот, Не, Ar, вод. пары, инертный газ, неподвижная или твердая фаза газо-адсорбционная и газожидкостная.

Неподвижная фаза: для газо-адсорбц. – силикагель, цеолиты, оксид Al; для газожидкостной – силиконовые эластомеры, карбованс; твердый носитель – хроматол. Разделение в хроматограф колонке.

2. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) для ароматич. у/в, АК, ПАВ, пестицидов, лекарственных препаратов. Пористый носитель – силикагель подвижная фаза – метанол, ацетонитрил.

3. Тонкослойная хроматография (ТСХ) – тонкие пластинки, неподвижная фаза силикагель, оксид Al, ионообменные смолы.

4. Ионная хроматография.

5. Атомно-абсорбционный анализ.

6. Хроматомасс – спектрометрия

7. Полярография (вольтомперометрия)

5. Экономика среды обитания

Экологический ущерб.

$$Y = Y_{\text{атм.}} \alpha + Y_{\text{в}} \beta + Y_{\text{зем}} \gamma + Y_{\text{недр}} \eta - \text{-----}$$

Экономический ущерб от массы всех видов выбросов, поступающих в природную среду.

$Y = y \cdot \delta \cdot f \cdot M$ – предотвращенный экологический ущерб за загрязнение атмосферы.

Y – переводной коэффициент

δ - показатель относительной опасности загрязнения территории: $\delta = 10$ для курортов, заповедников; $\delta = 8$ – для зон отдыха.

f – коэффициент, учитывающий рассеивание,

M – снижение приведенной массы выбросов в ОС, т/год.

Международные организации в деле охраны ОС

1. В 1962 г. на XVII генеральной ассамблее ООН была принята спец. резолюция «Экологическое развитие и охрана природы».
2. 1972г. в Стокгольме конференция ООН по вопросам ОС, принята Декларацию об охране ОС, 5 июня м/н день охраны ОС.
 1. С 1973 г. работает ЮНЕП «Программа ООН по ОС».
 2. 1963г. в Париже м/н конференция ЮНЕСКО положила начало м/н программе научных исследований и подготовке специалистов «Человек и биосфера» - МАБ – для разработки научных основ сохранения и рационального использования ресурсов биосферы.
 3. В конце 70-х годов – Международный союз охраны природы и природных ресурсов МСОП (по иниц. ЮНЕСКО) задачи МСОП: науч. Консультация по охране живой природы и правовым вопросам, пропаганда, распространение природоохран. Идит.
 4. С 1963г. работает Всемирный фонд охраны дикой природы (ВВФ)- реализация конкретных проектов по охране животных и природных участков.
 5. м/п исследовательские проекты:
 - м/п геосферно-биосферная программа «Глобальные изменения»;
 - «Человечество и глобальные изменения»;
 - «Всемирная программа исследования климата»
 6. 1992г. конференция ООН по ОС и развитию в Рио-де-Жанейро (179 ...) Декларация по ОС и развитию (27 принципов устойчивого развития)

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ДЕЛЕ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Глобальный характер экологических проблем требует для их решения сочетания национальных усилий и широкого международного сотрудничества по реализации системы мер (экономических, технологических, научных, юридических, воспитательных), направленных на охрану окружающей среды.

В 1962 г. на XVII Генеральной ассамблее ООН была принята специальная резолюция «Экологическое развитие и охрана природы», в которой подчеркивалось, что охрана природы является непосредственным долгом государств – членов ООН и что мероприятия по сохранению природных ресурсов должны проводиться одновременно с экономическим развитием.

В 1972 г. в Стокгольме состоялась конференция ООН по вопросам окружающей среды, которая приняла Декларацию об охране окружающей среды и объявила 5 июня Международным днем охраны окружающей среды (рис.).

С 1973 г. приступила к работе организация «Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)». Программа ЮНЕП предусматривает организацию и координацию ряда исследований по охране окружающей среды, в том числе создание системы станций слежения (мониторинга) за состоянием окружающей среды.

Специализированные органы ООН, такие, как ЮНЕСКО, ФАО, ВОЗ и др., также много внимания уделяют охране окружающей среды. Так, ЮНЕСКО важнейшим направлением своей работы считает образование в области окружающей среды, проведение научных исследований по различным экологическим проблемам.

В 1968 г. в Париже Международная конференция ЮНЕСКО положила начало Международной программе научных исследований и подготовки специалистов «Человек и биосфера» (МАБ), призванной разработать научную основу сохранения и рационального использования ресурсов биосферы.

Вопросы комплексного использования и охраны вод, сохранения, восстановления и повышения плодородия почв, сохранения лесов и животного мира находятся в центре внимания органа ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства (ФАО); Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) разрабатывает идеи зависимости здоровья от состояния окружающей среды. (Приведите примеры ее деятельности).

В конце 70-х годов по инициативе ЮНЕСКО создан Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП), в задачи которого входят: научная консультация по охране живой природы и правовым вопросам, пропаганда, распространение современных природоохранных идей. С 1963 г. работает Всемирный фонд охраны дикой природы (ВВФ), реализующий конкретные проекты по охране животных и природных участков.

Результатами международного сотрудничества стали международные конвенции и соглашения. Важнейшими среди них являются следующие конвенции: по изменению климата, подписанная 150 государствами мира, по сохранению озонового слоя, биоразнообразию. Ученые всего мира принимают активное участие в международных исследовательских проектах, таких, как Международная геосферно-биосферная программа «Глобальные изменения», программа «Человечество и глобальные изменения», Всемирная программа исследования климата и др.

Знаменательным событием в жизни нашего и, возможно, будущих поколений является Конференция ООН по окружающей среде и развитию, проведенная в Рио-де-Жанейро в июне 1992 г. Она собрала вместе глав государств и представителей 179 правительств стран мира, представителей учреждений ООН, международных организаций и многочисленных неправительственных организаций. В результате конференции в Рио были заключены международные соглашения. Основные из них следующие:

1. Декларация по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро). Ее 27 принципов определяют права и обязанности стран в деле обеспечения устойчивого развития. В ней заявляется, единственный путь обеспечения долгосрочного экономического прогресса – это его увязка с охраной окружающей среды. Это может быть достигнуто только в том случае, если страны осуществят новое и равноправное сотрудничество с участием правительств, их народов и основных общественных групп.

2. «Повестка дня на XXI век» - программа того, как сделать развитие устойчивым с социальной, экономической и экологической точек зрения. В ней разъясняется, что движущими силами перемен в окружающей среде являются население, потребление, технология. В «Повестке...» отмечается, что только партнерство в глобальном масштабе может принести все народам более безопасное и обеспеченное будущее.

3. Конвенция ООН об изменении климата. Она предполагает стабилизацию поступления «парниковых» газов на таких уровнях, которые не вызовут опасного дисбаланса в мировой климатической системе.

4. Конвенция по биологическому разнообразию, которая требует, чтобы страны мира приняли меры для его сохранения.

5. Заявление о принципах управления, защиты и устойчивого развития всех видов лесов, жизненно необходимых для обеспечения экономического развития и сохранения всех форм жизни.

Конференция ясно показала, что человечество не может больше рассматривать окружающую природную среду и социально-экономическое развитие как изолированные области. Важно достижение двух целей – высокого качества природной среды и здоровой экономики для всех народов мира.

Международные экологические движения и организации. Начался этот процесс в начале XX века, когда общественность различных стран, в том числе и России, стала проявлять беспокойство за сохранение природы Земли. В 1906 г. в России организовался «Майский союз», деятельность которого заключалась в пропаганде идей бережного отношения к природе.

Экологический интернационал Зеленого креста и Зеленого полумесяца – общепланетарное движение человечества, направленное на предотвращение глобального экологического кризиса, путем оказания экологической помощи на неправительственной основе.

Основная цель – массовое вовлечение людей планеты в практические действия быстрого реагирования по предотвращению надвигающейся экологической катастрофы Земли. Основные направления деятельности: координационная, независимая экспертиза, информационно-просветительская. Особенностью этой организации является сочетание социальной экологической помощи с конкретной технологической деятельностью по защите окружающей среды (очистка вод, газовых выбросов, утилизация промышленных отходов и другие меры). Основной гуманистической целью организации является переход цивилизации к экологически безопасному развитию, к ноосфере.

Хорошо известна деятельность международной экологической организации «Гринпис» («Зеленый мир»), которая создана в 1970 г. Она объединяет национальные группы из 17 стран мира с числом членов около 3 млн человек. Ее деятельность направлена на ненасильственные протесты против загрязнения морей и океанов, ядерных испытаний, охоты на тюленей, китов, дельфинов.

Растет число молодежных экологических организаций. *Международная молодежная федерация по изучению и охране окружающей среды* основана в 1956 г. в Зальцбурге (Австрия). Насчитывает 130 первичных организаций из 54 стран со всех континентов.

Всемирная организация движения скаутов насчитывает 15 млн человек. В январе 1988 г. она приняла решение об укреплении связей с программой ООН по окружающей среде и активной экологической деятельности.

Большое значение в общепланетарном экологическом движении имеет партия «зеленых». В документах этой партии отмечается опасность грядущей катастрофы, которая «ставит человечество перед необходимостью изменения всех частных целей во имя общей цели выживания всех видов природы, включая человека».

МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ

ВМО (Всемирная метеорологическая организация) - международная организация системы ООН, изучающая состояние и использование климатических ресурсов Земли; создана в 1947 году, действует в рамках глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС); имеет широкую программу измерений загрязнения окружающей природной среды с помощью сети специальных станций, распространяет природоохранные знания, финансирует подготовку кадров в области химии атмосферы и специалистов по контролю за загрязнением атмосферы.

ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) - специализированное учреждение ООН, основанное в 1946 году, основной целью которого является достижение всеми народами Земли наиболее высокого уровня здоровья. ВОЗ организует борьбу с наиболее опасными болезнями, оказывает помощь странам в медицинском просвещении населения, организует эпидемиологический надзор и контроль за качеством лекарств, организует научные исследования (в том числе по охране среды), создает справочные центры по своей тематике, подготовку медицинских кадров и кадров специалистов экологов. Издает журнал «Здоровье мира», в том числе и на русском языке. Штаб квартира находится в Женеве (Швейцария).

ВСП (Всемирная служба погоды) - международная организация, цель которой координация деятельности всех заинтересованных стран в области сбора и обмена метеорологических информации. Сеть ВСП включает три мировых центра в Москве,

Вашингтоне и Мельбурне, а также несколько десятков региональных метеорологических центров. ВСП входит в ВМО Всемирную метеорологическую организацию.

ИМО (Международная морская организация) – создана в 1948 году для международного сотрудничества в области морского судоходства и охраны моря от загрязнения. В состав ИМО входит Комитет защиты морской среды.

МАГАТЭ (МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ) – международная организация в системе ООН, являющаяся центром содействия международному сотрудничеству в области мирного использования атомной энергии и охраны окружающей среды от радиоактивного загрязнения; образовано в 1957 году. Разрабатывает Правила строительства и эксплуатации атомных электростанций, проводит экспертизу проектируемых и действующих АЭС и т.д. С 1961 года МАГАТЭ совместно с ВМО (Всемирной метеорологической организацией) осуществляет сбор данных о концентрации радиоактивных примесей в осадках, осуществляет контроль ситуации при радиационных авариях, разрабатывает рекомендации по ликвидации их последствий.

МОТ (МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА) – международная организация, целями которой являются: повышение уровня образования руководителей, специалистов и трудящихся; создания условий для безопасного труда; предупреждение профессиональных заболеваний; уменьшение загрязнения среды и ликвидация других факторов, отрицательно сказывающихся на здоровье и благополучии работающих.

МСОП (МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ) – межправительственная научно-консультативная организация, созданная в 1948 году в Фонтенбло (Франция) по инициативе ЮНЕСКО. Основные цели – сохранение природных богатств их рациональное использование. В составе имеет шесть комиссий: по экологии, природоохранному просвещению и образованию, редким видам, национальным паркам и охраняемым территориям, законодательству, природоохранным стратегиям и планированию. По инициативе МСОП созданы и постоянно переиздаются Красные и Зеленые книги редких и исчезающих видов растений и животных. В союз входят 773 организации из 23 стран мира, в том числе от России (данные 1995 года). Штаб – квартира расположена в Швейцарии.

НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ ПО ДЕЙСТВИЮ АТОМНОЙ РАДИАЦИИ – международная организация, созданная ООН в 1955 году, занимается вопросами изучения действия ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, особенно связанных с выпадением радиоактивных осадков.

ООН (ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ) – наиболее авторитетная международная организация, созданная в 1945 году в целях поддержания мира, безопасности и развития международного сотрудничества между всеми государствами мира. Главными органами ООН являются Генеральная Ассамблея ООН, Совет Безопасности, Международный суд, Секретариат и некоторые другие. Постоянным местопребыванием руководящих органов ООН является Нью-Йорк.

ФАО (ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ООН) – специализированное учреждение ООН, образованное в 1945 году с целью улучшения питания и повышения уровня жизни народов. Основное внимание уделяет продовольственным ресурсам Земли и развитию в мире сельского хозяйства. ФАО подготовила почвенную карту мира, по ее инициативе принята Всемирная почвенная

хартия, проведены международные конференции по народонаселению, продовольствию, охране водных ресурсов.

ЮНЕСКО (ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ВОПРОСАМ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КУЛЬТУРЫ) – специализированное учреждение ООН, созданное в 1946 году с целью способствовать миру и безопасности, развитию сотрудничества стран в области науки, образования и культуры для поощрения всеобщего соблюдения справедливости, правопорядка, прав человека и основных свобод, предусмотренных уставом ООН для всех народов мира. Одним из главных направлений деятельности является охрана окружающей среды и памятников культуры; ЮНЕСКО возглавляет международное сотрудничество в этой области. Штаб-квартира находится в Париже.

ЮНЕП (ЮНЕП – UNER – UNITED NATION ENVIRONMENT PROGRAM, ПРОГРАММА ООН ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ) - межправительственная программа, начатая по инициативе Стокгольмской конференции ООН в 1972 году по окружающей среде и решению Генеральной Ассамблеи ООН (1973 г.). Основная задача ЮНЕП – координация усилий государств в борьбе с загрязнением и деградацией окружающей природной среды, с опустыниванием земель, потерей почвой плодородия, ухудшением качества вод. Координирует программу глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГМОС), в которую входят ВМО, ВОЗ, ФАО, ЮНЕСКО. В программе участвуют представители 58 государств мира. Штаб-квартира расположена в г. Найроби (Кения). Имеет отделение в России, издает журнал «Наша планета».

ЮНИСЕФ (ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЙ ФОНД ПОМОЩИ ДЕТЯМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ) – международная организация, занимающаяся, в том числе, и природоохранным просвещением, и пропагандой здорового образа жизни и заботливого отношения к природе среди женщин, детей и юношества. Изучает влияние загрязнения окружающей среды на здоровье молодого и подрастающего поколения.

НЕПРАВИТЕЛЬСТВЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ

ВСЕМИРНЫЙ ФОНД ДИКОЙ ПРИРОДЫ (WWF - World Wildlife Fond) - международная общественная организация, основная цель которой – сохранение исчезающих видов животных и растений и их местообитаний. Организация предоставляет финансовую поддержку в виде грантов на охрану природных территорий, техническое обучение, природоохранное образование и природоохранные научные исследования. Штаб-квартира расположена в Швейцарии.

ГРИНПИС (ЗЕЛЕНЬ МИР) – международная неправительственная организация, созданная в 1971 году с целью сохранения природной среды Земли от разрушения. Основные цели: привлечение широкой общественности к вопросам охраны окружающей среды. Содержится на средства из частных источников, имеет отделение в Москве.

РИМСКИЙ КЛУБ – международная неправительственная экологическая научная организация, созданная итальянским экономистом, одним из директоров ФИАТ А. Печчеи в 1968 г. Объединяет около 100 человек (в том числе несколько лауреатов Нобелевской премии) из более 30 стран мира. Деятельность направлена на выработку тактики и стратегии решения глобальных экологических проблем, которые представлены в нескольких «Докладах» Римского клуба.

ИСАР (МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР ОПЕРАТИВНОЙ СВЯЗИ И ИНФОРМАЦИИ ПО ПРОБЛЕМАМ ЭКОЛОГИИ) – некоммерческая неполитическая организация, информационный центр для некоммерческих общественных организаций в бывшем Советском Союзе. Выделяет гранты и стипендии для общественных экологических организаций в бывшем СССР. Штаб – квартира расположена в Вашингтоне, США. В России есть отделения в Москве, Нижнем Новгороде и Владивостоке.

МЗК (МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЗЕЛЕНЫЙ КРЕСТ) – международное общественное объединение, созданное в 1993 году в соответствии с решением Конференции ООН по окружающей среде и развитию 1992 года в Рио-де-Жанейро. Основные цели: экологическое образование и воспитание как основа устойчивого развития изменения системы ценностей, ликвидация последствий холодной войны для окружающей среды. Имеется российское отделение МЗК – Российский Зеленый Крест (РЗК).

МЕЖДНАРОДНАЯ ЮРИДИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ (МЮО) – создана в 1968г., уделяет большое внимание разработке правовых вопросов охраны окружающей среды.

Международный экологический суд (МЭС) – учрежден на конференции в Мехико в 1994г. по инициативе юристов. В составе МЭС 29 юристов-экологов из 24 стран, в т.ч. представители РФ. Споры в МЭС рассматриваются на принципах третейского суда.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ

ВКП (Всемирная климатическая программа) - Программа, принятая в 1979 году на Восьмом конгрессе Всемирной метеорологической организации. Задачи ВКП: помогать народам в использовании имеющихся данных о климате при планировании и регулировании всех сторон человеческой деятельности; улучшить современные данные о климате и полнее понять относительное влияние на него различных факторов; разработать методы долгосрочного прогнозирования возможных изменений климата, которые могли бы оказаться неблагоприятными для человечества.

ВСОП (Всемирная стратегия охраны природы) - программа, подготовленная Международным союзом охраны природы и природных ресурсов (МСОП) при участии Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) и Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). Одобрена на 14- ой Генеральной Ассамблее МСОП в г. Ашхабаде в 1978 году и принята в 1980 году во многих странах мира, в том числе в бывшем СССР. Стратегия обобщает в области охраны природы, формулирует основные экологические проблемы современности, рекомендует систему рациональных методов управления ресурсами биосферы.

ВХП (Всемирная хартия природы) - совокупность программных положений, принятых в 1982 году на 37 ой сессии Генеральной Ассамблеи ООН, отражающих основные принципы взаимоотношений человечества с окружающей природной средой и предлагающих меры по их осуществлению.

ВСЕМИРНЫЙ ДЕНЬ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (5 июня) - утвержден Стокгольмской конференцией ООН по окружающей среде в июне 1972 года и отмечается ежегодно в целях привлечения внимания к проблемам охраны окружающей среды.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА (МГП) – одна из основных правительственных программ ЮНЕСКО в области изучения природных ресурсов, исследующая водные ресурсы (включая ледники), гидрологические процессы.

МГП состоит из четырёх проектов: научные проекты, проекты по образованию в области ресурсов, проекты информирования общественности, прежде всего о значении водных ресурсов для жизни людей, о способах их сохранения и рационального использования и проекты по развитию национальных инфраструктур управления водными ресурсами, в том числе национальными системами научно-технической информации. МГП проводится в несколько фаз, в ней участвует более 130 стран.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОГРАММА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИИ (МПК) – широкий круг исследований Международного союза геологических наук (МСГН) и ЮНЕСКО, охватывающий отрасли геологии от геохронологии, стратиграфии и палеонтологии до вулканологии, тектоники, геологии полезных ископаемых, слежение за уровнем Мирового океана и т. п. Формально МПК началась в мае 1973 г. на основе предложений 1967 г. (Прага). Национальные комитеты или отделы связи с МПК имеют 104 страны мира. МПК нацелена на решение проблем природных ресурсов и окружающей человека природной среды (прежде всего - геологической) и связана с Обратным фондом ООН по исследованию природных ресурсов (ОФООН) и Международным агентством по атомной энергии (МАГАЭТ).

ПРОГРАММА БИОЛОГИЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ (МБП) – научно-исследовательская *программа* ЮНЕСКО, посвящённая изучению гл. обр. продуктивности основных биомов планеты. Проводилась в 1965 – 1974 гг. МБП продолжена программой «Человек и биосфера».

ПРОГРАММА ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ (ЧЕЛОВЕКА) СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ – по смыслу приблизительно то же, что и программа экологическая, но с акцентом не на научные, а на практические аспекты проблем.

ПРОГРАММА «ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА» (ЧИБ – МАБ – МАВ – MAN AND BIOSPHERE) – международная научно-исследовательская *программа* ЮНЕСКО (продолжение Международной биологической), направленная на решения ряда экологических вопросов, сформулированных в виде 14 отдельных программ-проектов (в основном о влиянии человека на экосистемы и обратном влиянии экосистем на человека). Принята в 1970 г., на 16-й сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО, работы начаты в 1971 г. в работе участвуют около 90 стран. В соответствии с этой программой создаются биосферные заповедники. этой организации.

КОНФЕРЕНЦИИ И СОГЛАШЕНИЯ

«Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» – программный документ, разработанный в соответствии с рекомендациями международной Конференции ООН по окружающей среде и развитию 1992 года в Рио-де-Жанейро и утвержденный Указом Президента РФ 1 апреля 1996 года. НА ОСНОВЕ «КОНЦЕПЦИИ» БУДЕТ РАЗРАБОТАНА стратегия перехода России к устойчивому развитию, которое должно обеспечить нормальное существование нынешнего и будущего поколений населения России.

Стокгольмская конференция ООН по окружающей среде (5-16 июня 1972 г.) приняла 2 основных документа: Декларацию принципов и План мероприятий. Декларация принципов включает 26 принципов, среди них:

- право человека на благоприятные условия жизни и качество среды, позволяющее вести достойную жизнь;
- сохранение природных ресурсов на благо нынешних и будущих поколений;
- экономическое и социальное развитие, в котором решающее значение имеет улучшение окружающей среды;
- суверенное право государств на использование своих природных ресурсов и ответственность за ущерб, наносимый окружающей среде;
- избавление людей и природы от последствий применения ядерного и другого оружия массового уничтожения.

В Плане мероприятий обозначены пути решения организационных, экономических, политических задач во взаимоотношениях государств при международном сотрудничестве в области охраны окружающей среды.

Совещание по безопасности и сотрудничеству в Европе (Хельсинки, август 1975 г.) – принимали участие все европейские страны, США, Канада. Приняло Заключительный акт, в котором отражены вопросы политической и экологической безопасности. Для реализации хельсинкских соглашений приняты следующие документы: Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха (1979), Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий (1992).

Венская встреча представителей государств – участников Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе (СБСЕ) (ноябрь 1986 г.) – приняла итоговый документ, в котором содержатся следующие рекомендации:

- сокращение выбросов серы на 30% до 1995 г., снижение выбросов углеводородов;
- разработка способов захоронения опасных отходов, альтернативных захоронению в море;
- развитие совместной программы наблюдений за распространением загрязнений на большие расстояния в Европе (ЕМЕП);
- сокращение производства озонразрушающих веществ;
- исследование роли CO₂ в глобальном потеплении климата.

Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (3-14 июня 1992.) – участвовало 179 государств, 30 международных организаций, 1600 неправительственных организаций. Приняты 5 основных документов:

- «Декларация РИО по окружающей среде и развитию» - включает 27 принципов деятельности государств, которые должны обеспечить формирование устойчивого развития общества и сохранение природной среды;
- Программа действий ООН «Повестка дня на XXI век» – как сделать развитие устойчивым с социальной, экономической и экологической точек зрения; охарактеризованы экологические проблемы мира, возможности международного сотрудничества на путях их решения;
- Заявление «О принципах в отношении лесов» - об управлении, защите и устойчивом развитии всех видов лесов, жизненно необходимых для обеспечения экономического развития и сохранения всех форм жизни;
- Рамочная конвенция «Об изменении климата» – целью является стабилизация концентрации в атмосфере газов, вызывающих парниковый эффект на уровне, не вызывающего опасного дисбаланса климата планеты;
- Конвенция «О биологическом разнообразии», требующая, чтобы страны приняли меры для сохранения разнообразия живых организмов и обеспечили справедливое распределение выгод от использования биоразнообразия.

Конференция Сторон Рамочной Конвенции ООН по изменению климата (Киото, Япония, декабрь 1997г.), на которой подписан Протокол к Конвенции или Киотский протокол о сокращении выбросов парниковых газов.

Международный конгресс по устойчивому развитию (World Summit on Sustainable Development), 26.08-04.09.2002, Йоханнесбург, ЮАР.

МОНРЕАЛЬСКИЙ ПРОТОКОЛ (Монреаль, 1990 г.) – соглашение о сокращении производства фреонов и других озонразрушающих веществ

Лекция №16

Особо охраняемые территории

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) предназначены для сохранения типичных и уникальных природных ландшафтов, разнообразия животного и растительного мира, охраны объектов природного и культурного наследия. Полностью или частично изъятые из хозяйственного использования, они имеют режим особой охраны, а на прилегающих к ним участках земли и водного пространства могут создаваться охранные зоны или округа с регулируемым режимом хозяйственной деятельности.

Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния.

Различают следующие основные категории указанных территорий:

- государственные природные заповедники, в том числе биосферные;
- национальные парки;
- природные парки;
- государственные природные заказники;
- памятники природы;
- дендрологические парки и ботанические сады;
- лечебно-оздоровительные местности и курорты.

Сохранение и развитие особо охраняемых природных территорий является одним из приоритетных направлений государственной экологической политики Российской Федерации.

Общая площадь ООПТ Республики Башкортостан 950,6 тыс.га (это 6,6% от всей территории).

Государственные природные заповедники

Заповедники – 1) особо охраняемая законом территория или акватория, нацело исключённая из любой хозяйственной деятельности (в том числе посещения людьми) ради сохранения в нетронутом виде природных комплексов (эталонов природы), охраны видов живого и слежения за природными процессами; 2) участок природы, изъятый из большинства форм природопользования (включая все формы традиционной эксплуатации природных ресурсов), и учреждение, созданное для охраны и изучения этого охраняемого природного комплекса.

Заповедники - образцы нетронутой, дикой природы - по праву называют природными лабораториями.

Исключительная роль заповедников в сохранении и восстановлении редчайших животных, растений, неповторимых ландшафтов. Благодаря деятельности заповедников некоторые редкие животные стали промысловыми, они дают нам сейчас пушнину, лекарственное сырьё и др. ценную продукцию.

Значение заповедников:

- составления научного прогноза изменений природной среды,
- оценка влияния различных форм человеческой деятельности на природные комплексы
- отыскание методов наиболее рациональной эксплуатации природных ресурсов
- эталоны природных экосистем.

За истекшие 8 лет организовано 25 заповедников и появилась новая для нашей страны форма заповедная - природные(национальные парки).

Значение заповедных территорий стало очевидным и в глобальном масштабе. Национальных (провинциальных) парков и крупных природных резервуаров по списку ООН 1035. Особенно быстрый рост заповедных территорий происходил в развивающихся странах.

Главным образом на заповедных территориях, были поставлены работы по международной биологической программе. Весьма примечательно, что один из выводов МБП принятый при обсуждении итогов работы гласил, что постановка исследований любой крупной экологической

проблемы современности немыслима без анализа процессов, происходящих на заповедных территориях. В частности, разработка метода управления процессами в антропогенных экосистемах (поля, пастбища, искусств. леса и пр.) и отыскание приемов повышения их биологической продуктивности невозможны без познания законов действующих в естественных, нетронутых в охраняемых экосистемах. В связи с этим новая программа ЮНЕСКО “Человек и биосфера” придает заповедникам исключительное значение.

Российские заповедники с первого момента их создания предназначались “исключительно для решения научных и научно-технических задач страны”. В этом специфика и принципиальное отличие заповедников от других форм охраняемых территорий.

Сущность заповедников:

- Выбираемые под заповедники территории в наименьшей степени изменены под влиянием хозяйственной деятельности человека
- Природные комплексы заповедников включают редкие виды животных и растений (или редкие экосистемы)
- Заповедники служат образцами ландшафтно-географических зон
- Территории заповедников достаточны для обеспечения саморегуляции происходящих природных процессов
- В первую очередь заповеваются “эталоны” тех ландшафтов, которым угрожает опасность исчезновения.

Российские заповедники для выполнения своей задачи эталонирования естественного хода природных процессов всегда проводят непрерывные стационарные исследования, для обеспечения которых имеется свой постоянный штат научных сотрудников.

Предыстория образования заповедников в России.

Распад феодализма и развитие капитализма в России повлекли за собой почти ничем неограниченное, беспорядочное и массовое истребление лесов, зверей, птиц и рыб. Закон об охоте 1892г. защищал лишь права землевладельцев, но был крайне несовершенным с точки зрения охраны природы, в частности зверей и птиц.

Катастрофическое уменьшение численности многих видов животных, так же как и резкое сокращение площади лесов, стало очевидным в России к началу XX века. Бобры, соболи, каланы, лоси и многие другие пушные и промысловые звери стали редкостью. Все меньше и меньше становилось водоплавающей и особенно степной дичи.

В это время заповедников в России не было, и она заметно отстала в деле охраны природы от многих передовых стран Западной Европы и Америки.

Создавшееся положение вызвало движение за охрану природы, необходимость которой стала очевидной для ученых, многих просвещенных людей и наиболее прогрессивных общественных людей и государственных деятелей. В конце прошлого века В.В. Докучаев одним из первых обратил внимание на исключительную важность изучения заповедных целинных степей для практических целей их правильного использования.

Так, в 1882 году по инициативе местного самоуправления был организован заповедник в районе Кронцовой бухты и на полуострове Асачи на Камчатке. В 1898 г. Ф. Э. Фальцфейн создал частный заповедник на юге Украины. Широкое движение по охране природы началось в России в 1905-1906 гг. по инициативе московского общества испытателей природы.

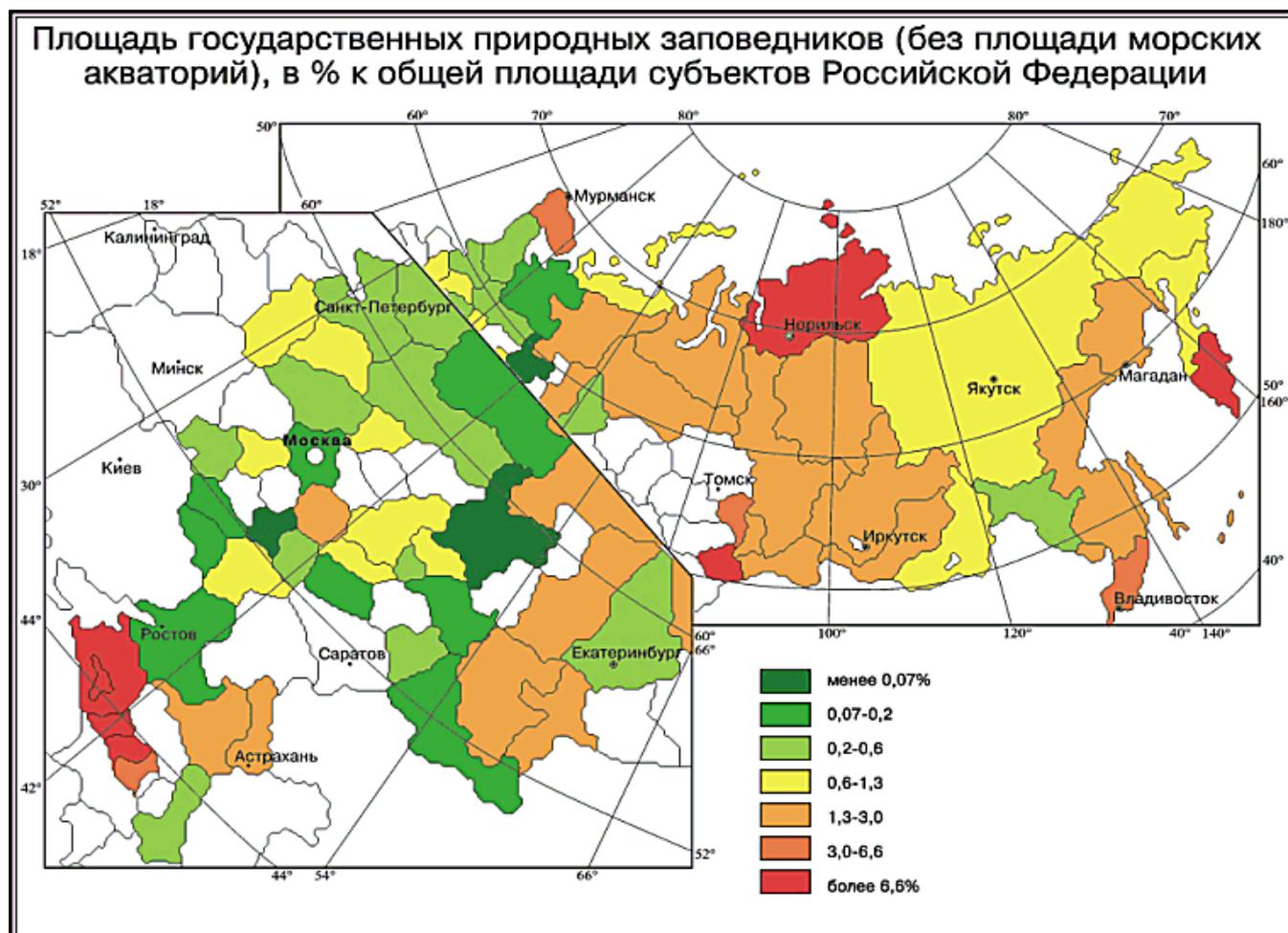
Российские заповедники сейчас.

Основная задача заповедников состоит в строжайшей охране эталонов дикой природы соответствующей зоны и ландшафтов для сравнения и анализа тех изменений, которые вносит в природу человек. Необходимо помнить, что сбережение всех видов животных и растений, обитающих на земле, имеет важное научное и практическое значение. Это тот драгоценный генетический фонд, который может оказаться крайне необходимым человечеству.

Задачи заповедников:

1. Охрана лесных массивов, имеющие водоохранное, почвозащитное или климатическое значение;
2. Восстановление и увеличение численности ценных зверей и птиц, охрана места линьки и зимовки водоплавающих птиц и нерестилища рыб;
3. Заповедники - это резервуары редких животных и растений. Только благодаря заповедникам удалось сберечь такие эндемичные и реликтовые растения, как фламинго, белая цапля, турач, зубр, кулан, пятнистый олень, горал, бобр, выхухоль, калан, котик и многие другие.
4. Восстановление численности и расширение ареала многих животных, в недавнем прошлом стоявших на грани полного уничтожения. В первые годы организации заповедников их задачи и направление работы определялись как резервы ценных животных. Так, Воронежский назывался бобровым, Хоперский - выхухолевым, Брагинский - соболиным, Кандалашский - гагачьим и т.п. Позднее они все стали комплексными.

В Российской Федерации наиболее традиционной формой территориальной охраны природы, имеющей приоритетное значение для сохранения биологического разнообразия, являются государственные природные заповедники (табл. 1). На 2000г в России 99 государственных природных заповедника общей площадью 33,152 млн. га, в том числе сухопутные (с внутренними водоемами) – 26,678 млн. га, что составляет 1,56% территории России. Заповедники расположены на территории 18 республик в составе Российской Федерации, 4 краев, 35 областей, одной автономной области, 7 автономных округов. В соответствии с законодательством государственные природные заповедники имеют статус природоохранных, научно-исследовательских и эколого-просветительских учреждений.



Система российских государственных природных заповедников всемирно признана: 21 из них имеет международный статус биосферных резерватов (им выданы соответствующие

сертификаты ЮНЕСКО), 7 находятся под юрисдикцией Всемирной конвенции о сохранении культурного и природного наследия, 10 попадают под юрисдикцию Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитания водоплавающих птиц (Рамсарская конвенция), 4 (Окский, Тебердинский, Центрально-Черноземный и Костомукшский) имеют дипломы Совета Европы.

На территории РБ имеется 3 государственных заповедника: Башкирский государственный природный заповедник, «Шульган-Таш», Южно-Уральский. Общая площадь 324,9 тыс.га.

Национальные парки

Национальными парками объявляются территории, которые включают природные комплексы и объекты, имеющие особую экологическую, историческую и эстетическую ценность и предназначенные для использования в природоохранных, просветительских, научных, культурных целях и для регулируемого туризма.

Национальный парк зонирован, т.е. разделяют его территории на участки (одним массивом или разрозненно) с различным режимом эксплуатации. Как правило, выделяются 3 – 4 зоны: *заповедную, хозяйственную и рекреационную* (в дополнение к названным также *буферную* зону).

Государственная система национальных парков Российской Федерации (табл. 2) начала формироваться сравнительно недавно, первый национальный парк Российской Федерации ("Сочинский") был образован в 1983 г. По состоянию на 2000 г. в Российской Федерации имеется 34 национальных парка общей площадью 6,787 млн. га (0,4% площади Российской Федерации). Национальные парки расположены на территории 11 республик, 2 краев, 17 областей (табл. 3). Большинство (33) национальных парков находятся в ведении Федеральной службы лесного хозяйства России и один – в ведении Правительства Москвы ("Лосиный остров").

Роль и значение российских национальных парков признаны мировым сообществом: три национальных парка находятся под юрисдикцией Всемирной конвенции о сохранении культурного и природного наследия (это национальный парк "Югид ва", на территории которого сохранился наибольший массив старовозрастных (девственных) лесов в Европе, и национальные парки "Прибайкальский" и "Забайкальский", входящие в водоохранную зону оз. Байкал). Часть территории национального парка "Мещерский" (пойма р. Ока и участок поймы р. Пра) подпадает под юрисдикцию Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитания водоплавающих птиц (Рамсарская конвенция).

Численность персонала в национальных парках во многом зависит от их размеров и доступности, но в ряде случаев это объясняется неразвитостью инфраструктуры парков и дефицитом финансирования.

В РБ три национальных парка: «Башкирия», «Аслы-Куль», «Кандры-Куль».

Государственные природные заказники и памятники природы

Государственные природные заказники – это территории (акватории), имеющие особое значение для сохранения или восстановления природных комплексов или их компонентов и поддержания экологического баланса. Заказник - участок, в пределах которого (постоянно или временно) запрещены отдельные виды и формы хозяйственной деятельности для обеспечения охраны одного или многих видов живых существ, биогеоценозов, одного или нескольких *экологических компонентов* или общего характера охраняемой местности. Заказник не бывает основным землепользователем занимаемой территории.

Объявление территории государственным природным заказником допускается как с изъятием, так и без изъятия у пользователей, владельцев и собственников земельных участков.

Государственные природные заказники федерального или регионального значения могут иметь различный профиль, в том числе быть:

- комплексными (ландшафтными), предназначенными для сохранения и восстановления природных комплексов (природных ландшафтов);
- биологическими (ботаническими и зоологическими), предназначенными для сохранения и восстановления редких и исчезающих видов растений и животных, в том числе ценных видов в хозяйственном, научном и культурном отношении;
- палеонтологическими, предназначенными для сохранения ископаемых объектов;

- гидрологическими (болотными, озерными, речными, морскими), предназначенными для сохранения и восстановления ценных водных объектов и экологических систем;
- геологическими, предназначенными для сохранения ценных объектов и комплексов неживой природы.

Памятники природы – уникальные, невозполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения.

Памятники природы могут иметь федеральное или региональное значение в зависимости от природоохранной, эстетической и иной ценности охраняемых природных комплексов и объектов. Как и заказники, эта категория особо охраняемых природных территорий наиболее распространена на региональном уровне, памятников природы федерального значения в России всего 28 общей площадью 19,351 тыс. га.

По состоянию на 1 января 1999 г. под охраной органов лесного хозяйства находилось 2920 памятников природы и заказников. Памятники природы выделены на площади 1058 тыс. га, заказники – на площади 9691 тыс. га.

Распределение памятников природы и заказников в лесном фонде по профилю представляются в следующем виде: памятники природы биологические – 40%, гидрологические – 25%, геологические – 4%, комплексные – 31%, заказники биологические – 14%, гидрологические – 8%, комплексные – 78%.

В памятниках природы и заказниках, находящихся под охраной органов лесного хозяйства, установлен и поддерживается режим невмешательства в процессы естественного развития природных сообществ, исключающий проведение рубок главного пользования, а в отдельных случаях и рубок ухода.

Природные парки

Природные парки регионального значения – относительно новая категория особо охраняемых природных территорий России. Природные парки являются природоохранными рекреационными учреждениями, находящимися в ведении субъектов Российской Федерации, территории (акватории) которых включают в себя природные комплексы и объекты, имеющие значительную экологическую и эстетическую ценность, и предназначены для использования в природоохранных, просветительских и рекреационных целях.

Территории природных парков располагаются на землях, предоставленных им в бессрочное (постоянное) пользование, в отдельных случаях – на землях иных пользователей, а также собственников.

Лечебно-оздоровительные местности и курорты

Анализ и обобщение материалов режимных наблюдений показывает, что на улучшение экологического состояния курортных территорий и лечебно-оздоровительных местностей продолжают оказывать заметное влияние такие факторы, как спад промышленного и сельскохозяйственного производства, обуславливающий тенденцию к постоянному снижению объемов сброса промышленных сточных вод и применяемых ядохимикатов и химических удобрений. Такая тенденция особенно ярко проявляется на курортах и в лечебно-оздоровительных местностях, расположенных в промышленных регионах центра и северо-запада Европейской территории России, на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке, а также в районах интенсивного земледелия черноземной зоны и юга России. В качестве отрицательных факторов, ухудшающих экологическую обстановку на курортах, на первое место вышли аварийное состояние многих канализационных и бальнеотехнических систем, очистных сооружений и устройств, а также несанкционированное строительство частных предприятий, захват земельных участков и сохранение мелких вредных производств, в том числе и на участках первых и вторых зон горно-санитарной охраны. Такая тенденция сохраняется и даже усиливается, прежде всего в крупных городах-курортах: Пятигорск, Кисловодск, Ессентуки, Нальчик, Сочи, Анапа, Геленджик, в Калининградской и Санкт-Петербургской курортных зонах, Садгороде Приморского края и др.

В связи с уменьшением числа обслуживаемых на курортах граждан отмечается резкое и необоснованное сокращение в целом по стране использования природных ресурсов – минеральных вод и лечебных грязей.

За последние годы техническое состояние гидроминерального и бальнеотехнического хозяйства на многих курортах и в санаторно-оздоровительных учреждениях не удовлетворяет существующим требованиям. Отсутствие средств не позволяет проводить плановые ремонты и замену изношенного и устаревшего оборудования.

Ботанические сады и дендрологические парки

В соответствии с Федеральным законом "Об особо охраняемых природных территориях" ботанические сады и дендрологические парки представляют собой отдельную самостоятельную категорию объектов с особым режимом охраны и функционирования. В последние годы сеть ботанических садов и дендрологических парков России продолжала расширяться, в первую очередь, за счет садов, расположенных на территориях курортных зон и оздоровительных учреждений. В настоящее время Совет ботанических садов России – ведущий координационный орган в соответствующей области – объединяет 80 ботанических садов и дендрологических парков (табл. б) различной ведомственной принадлежности.

В числе основных направлений деятельности ботанических садов как особо охраняемых природных территорий выделяются: сохранение биоразнообразия, создание и сохранение генофонда растений, в том числе редких и исчезающих видов, а также изучение и разработка подходов к охране и рациональному использованию растительных ресурсов.

Повсеместно в стране велико рекреационное и образовательно-просветительское значение ботанических садов и дендрологических парков. Это связано с высокой эстетической привлекательностью их территорий, богатством и разнообразием их коллекций, сложившимися традициями их деятельности как очагов экологической культуры, высоким профессиональным уровнем их сотрудников.

В настоящее время ботанические сады и дендрологические парки России испытывают определенные трудности, обусловленные прежде всего недостаточным финансированием. Во многих ботанических садах сократились объемы научных исследований, под угрозой оказались коллекции растений и семян, ослабло взаимодействие (обмен материалом, контакты сотрудников и т.п.) между садами.

Размещаясь преимущественно в городах и пригородах, ботанические сады испытывают воздействие тех же неблагоприятных экологических факторов, что и окружающие их территории: загрязнение воздушного бассейна и водотоков, шумовое загрязнение, рекреационная перегрузка и др. Проблема при этом обостряется вследствие зачастую повышенной чувствительности коллекций растений к факторам негативных внешних воздействий в сравнении с местной растительностью.

Особенно сильно на экологическое состояние садов и парков влияют химическое и шумовое загрязнения среды, вызванные прохождением в непосредственной близости от их территорий автомагистралей, что наиболее характерно для садов, расположенных в крупных городах. Нередко специфическим фактором экологического риска для них является также обычная застройка близлежащих площадей, вызывающая подтопление территории садовых ландшафтов.

Одной из основных проблем ботанических садов и дендрологических парков является сохранение территориальной целостности. Территории садов и парков часто представляются весьма привлекательными для реализации различных проектов, таких как создание рекреационных объектов, строительство спортивных площадок, коттеджей, автостоянок, прокладка автострад и т. п.

Объекты всемирного наследия

В декабре 1998 г. на очередной 22-й сессии Комитета всемирного наследия была одобрена заявка России на включение в Список всемирного природного наследия объекта "Золотые горы Алтая" (Республика Алтай).

Таким образом, по состоянию на 1 января 1999 г. в Список объектов природного наследия ЮНЕСКО от Российской Федерации включено 4 природных объекта. Объекты природного наследия представляют Урал ("Девственные леса Коми"), Сибирь ("Золотые горы Алтая", "Озеро Байкал") и Дальний Восток ("Вулканы Камчатки"); они в целом включают территории 7 заповедников, 4 национальных парков, 4 природных парков, 3 государственных природных заказников федерального значения, а также ряд иных особо охраняемых природных территорий. Суммарная площадь участков, отнесенных к всемирному природному наследию в России, – 17 млн. га, включая 3,3 млн. га акватории, в том числе озеро Байкал (8,8 млн. га), морскую акваторию Кроноцкого заповедника (135 тыс. га), Телецкое озеро (23 тыс. га).

"Золотые горы Алтая" включает пять отдельных участков-кластеров, объединенных территориально в три крупных природных ареала (5), общей площадью немногим более 1,6 млн. га. Это уникальный по своей сохранности, ландшафтному и биологическому разнообразию район в горном поясе Южной Сибири, расположенный на границе России, Казахстана, Китая и Монголии; здесь находятся истоки великой сибирской реки Оби. Своеобразная флора и фауна, в том числе виды, занесенные в Красную книгу России и Красную книгу МСОП. В его состав вошли Алтайский заповедник; трехкилометровая охранная полоса вокруг Телецкого озера (93,7 тыс. га), примыкающая к территории заповедника; Катунский заповедник; природный парк "Белуха", примыкающий к Катунскому заповеднику с востока. Площадь 262,8 тыс. га, создан в 1997 г.; зона покоя "Уюк" с режимом фаунистического заказника (Южный Алтай, на стыке границ Российской Федерации (Республика Алтай), Казахстана, Китая и Монголии, площадь 252,9 тыс. га.)

Состояние трех российских объектов природного наследия, внесенных в Список ЮНЕСКО ранее, в течение 1998 г. практически не изменилось и оценивается в целом как удовлетворительное. Со стороны федеральных и региональных органов управления предпринимались меры по решению имеющихся природоохранных проблем.

"Девственные леса Коми". В 1998 г. была проведена экологическая экспертиза планов корректировки существующих границ национального парка "Югыд ва". В заключении экспертной комиссии Государственной экологической экспертизы (утвержденном Приказом Госкомэкологии России от 3 июля 1998 г. № 408) зафиксировано, что речь идет не об "уточнении", а об изменении юридически закрепленной территории национального парка, что противоречит существующему природоохранному законодательству. В связи с этим Указ Президента Республики Коми об изъятии 205 тыс. га земель на севере парка в бассейне верховьев р. Кожим (где расположены разрабатываемые и перспективные месторождения золота и горного хрусталя) и компенсационном приращении такого же по размерам участка вблизи южных границ этого парка судебными органами отменен. Госкомэкологией России даны предписания золотодобывающим компаниям о приостановлении всех работ в границах национального парка. К настоящему времени указанные предписания выполнены лишь частично. Таким образом, отмеченная проблема остается нерешенной до конца и требует внимания.

"Озеро Байкал". Фактическое положение дел с сохранностью экосистемы Байкала в настоящее время серьезных изменений в худшую сторону не претерпело. На протяжении последних четырех лет (1994–1997 гг.) имеет место четкая тенденция к сокращению поступления загрязняющих веществ в Байкал как со стоком р. Селенга (со 178 млн. м³ до 121 млн. м³), так и путем воздушного переноса (выбросы загрязняющих веществ в атмосферу сократились в Республике Бурятия с 149 тыс. т в 1990 г. до 118 тыс. т в 1997 г., в Иркутской области – с 968 тыс. т до 532 тыс. т за тот же период). Аналогичная тенденция наблюдается и в динамике сброса загрязняющих веществ со сточными и дренажными водами БЦБК (по всем семи отслеживаемым показателям).

В Байкальском регионе постоянно нарушается законодательство при промышленной рубке леса. Тем не менее, в целом наблюдается недоиспользование выделяемых лесных ресурсов лесопромышленными предприятиями региона. Проект Федерального закона о Байкале рассматривается в настоящее время в Государственной Думе в установленном порядке, состояние данного объекта находится под постоянным контролем. Российская Федерация

стремится выполнять взятые на себя обязательства по Конвенции о всемирном наследии и обеспечить защиту данного объекта.

Комитет ЮНЕСКО по всемирному наследию выразил серьезный интерес к проблемам Байкала и подтвердил свои требования, сделанные при включении Байкала в Список всемирного наследия. Комитет учел позицию МСОП, который не рекомендовал включение Байкала в Список угрожаемых объектов всемирного наследия.

"Вулканы Камчатки". Представляет интерес рассматривавшийся в течение последнего года вопрос о влиянии разработки Агинского золоторудного месторождения, расположенного вблизи границ Быстринского природного парка, на состояние природных комплексов объекта всемирного природного наследия. По мнению Госкомэкологии России, МПР России и администрации Камчатской области, имеются достаточные основания (месторождение расположено вне границ парка, в другой дренажной системе и пр.) для согласия указанных ведомств и администрации Камчатской области на реализацию упомянутого проекта при условии применения современных методов охраны окружающей среды, обеспечении отсутствия негативных влияний на природные комплексы парка. Комитет по всемирному наследию отметил намерение МСОП провести работы по изучению состояния данного объекта всемирного наследия, когда реализация проекта Агинского золоторудного месторождения будет продолжена.

ЗАКОНЫ, ПРАВИЛА И ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

ЗАКОН БИОГЕННОЙ МИГРАЦИИ АТОМОВ (В. И. Вернадского) - Миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция) или же она протекает в среде, геохимические особенности которой (O_2 , CO_2 , H_2 и т. д.) обусловлены живым веществом, населяющим биосферу в настоящее время, а также действующим на Земле в течение всей геологической истории.

ЗАКОН ВНУТРЕННЕГО ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ — вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие количественные и качественные перемены, сохраняющие общую сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств систем, где эти изменения происходят.

ЗАКОН ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ - все живое генетически различно и имеет тенденцию к увеличению биологической разнородности. Двух генетически абсолютных особей (кроме однойцевых близнецов, немутирующих клонов, вегетативных линий и немногих др. исключений), а тем более видов живого в природе быть не может.

Действие этого закона всегда учитывается при сохранении чистых культур микроорганизмов (мутагенезу противопоставляют отбор по специфическим признакам) и сортов (напр., картофеля путем вегетативного размножения под контролем тщательного отбора). Однако в природопользовании 3. г. р. нередко игнорируют. Это особенно опасно в области биотехнологии (в генной инженерии, производстве биопрепаратов на основе непатогенных микроорганизмов и т. п.), поскольку результат не всегда предсказуем. Высока и опасность внезапного возникновения новых болезнетворных форм при применении лекарственных средств из-за мутаций в популяциях болезнетворных организмов. Не исключен и переход микроорганизмов, применяемых для борьбы с нежелательными формами, на полезные людям виды, процесс распространения среди них эпизоотии.

ЗАКОН ДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ (А.Тинеман) – состав сообщества и биоценоза по видам и численности особей в них определяется тем фактором среды, который находится в своем минимуме (наиболее неблагоприятен) для данного сообщества или биоценоза.

ЗАКОН ХИРАЛЬНОЙ ЧИСТОТЫ (Л. Пастера) - живое вещество состоит из хирально чистых структур. Сахара, вырабатываемые живыми организмами, принадлежат к D ряду, а аминокислоты, входящие в состав белков – к L ряду.

ЗАКОН КОНСТАНТНОСТИ (В.И.Вернадского) - количество живого вещества биосферы (для данного геологического периода) есть константа. 3. к. тесно связан с законом внутреннего динамического равновесия, являясь его количественным выражением для масштабов всей биосферы Земли. Любое изменение количества живого вещества в одном из регионов биосферы неминуемо влечет за собой такую же по размеру его перемену в каком-либо регионе, но с обратным знаком. Полярные изменения могут быть использованы в процессах управления природой, но следует учитывать, что не всегда происходит адекватная замена. Обычно высокоразвитые виды и экосистемы вытесняются другими, стоящими на эволюционно (для экосистем - сукцессионно) более низком уровне (и крупные организмы более мелкими), а

полезные для человека формы менее полезными, нейтральными или даже вредными. Следствием из 3. к. является правило обязательного заполнения экологических ниш.

ЗАКОН МАКСИМИЗАЦИИ ЭНЕРГИИ (Г. и Э. Одумов) — в соперничестве с другими системами выживает та из них, которая наилучшим образом способствует поступлению энергии и использует максимальное ее количество наиболее эффективным способом. С этой целью система: 1) создает накопители (хранилища) высококачественной энергии; 2) затрачивает определенное количество накопленной энергии на обеспечение поступления новой энергии; 3) обеспечивает кругооборот различных веществ; 4) создает механизмы регулирования, поддерживающие устойчивость системы и ее способность приспособления к изменяющимся условиям; 5) налаживает с другими системами обмен, необходимый для обеспечения потребности в энергии специальных видов. Следует заметить, что 3. м. э. справедлив и в отношении информации, поэтому его можно рассматривать как 3. м. э. информации: наилучшими шансами на самосохранение обладает система, в наибольшей степени способствующая поступлению, выработке и эффективному использованию энергии и информации. Максимальное поступление вещества как такового не гарантирует успеха системе в конкурентной группе др. аналогичных, систем.

ЗАКОН МАКСИМУМА БИОГЕННОЙ ЭНЕРГИИ (В.И. Вернадского — Э. С. Бауэра) — любая биологическая и «биокосная» система (система с участием живого), находясь в состоянии «устойчивой неравновесности», т. е. динамического подвижного равновесия с окружающей ее средой, и эволюционно развиваясь, увеличивает свое воздействие на среду. 3.м.б.э. сформулирован на основе биогеохимических принципов В.И. Вернадского:

1. Геохимическая биогенная энергия стремится в биосфере к максимальному проявлению (первый биогеохимический принцип).

2. При эволюции видов выживают те организмы, которые своей жизнью увеличивают биогенную геохимическую энергию (второй биогеохимический принцип).

ЗАКОН МИНИМУМА (Ю.Либиха) - выносливость организма определяется самым слабым звеном и цепи его экологических потребностей, т. е. жизненные возможности лимитируют экологические факторы, количество и качество которых близки к необходимому организму или экосистеме минимуму; дальнейшее их снижение ведет к гибели организма или деструкции экосистемы. Дополнительное правило взаимодействия факторов: организм в определенной мере способен заменить дефицитное вещество или другой действующий фактор иным функционально близким веществом или фактором (напр., одно вещество другим, функционально и химически близким).

ЗАКОН НЕОБХОДИМОГО РАЗНООБРАЗИЯ — любая система не может сформироваться из абсолютно одинаковых элементов. Из этого закона вытекает закон неравномерности развития систем, поскольку это один из способов увеличения разнообразия, а также правило полноты составляющих (компонентов, элементов) системы и правило оптимальной компонентной дополненности.

ЗАКОН ОБЕДНЕНИЯ РАЗНОРОДНОГО ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА В ОСТРОВНЫХ ЕГО СГУЩЕНИЯХ (Г. Ф. Хильми) — индивидуальная система, работающая в среде с уровнем организации, более низким, чем уровень самой системы, обречена: постепенно теряя свою структуру, система через некоторое время растворится в окружающей среде.

Исходя из этого закона, для осуществления охраны исчезающих видов и редких биотических сообществ в пределах особо охраняемых природных территорий, находящихся среди природы, нарушенной человеком, необходима достаточно обширная территория. Из этого же закона следует, что любые сложные биотические сообщества, сохраненные на незначительных пространствах, обречены на постепенную деградацию. В практике природопользования рассматриваемый закон диктует необходимость создания буферных зон как при ведении интенсивного хозяйства, так и особенно при создании заповедников, долгосрочных заказников и других особо охраняемых территорий для обеспечения высокой надежности их функционирования.

ЗАКОН ОДНОНАПРАВЛЕННОСТИ ПОТОКА ЭНЕРГИИ – энергия, получаемая сообществом (экосистемой) и усваиваемая продуцентами, рассеивается или вместе с их биомассой необратимо передается консументам первого, второго и т. д. порядков, а затем редуцентам с падением потока на каждом из трофических уровней и результате процессов, сопровождающих дыхание. Поскольку в обратный поток (от редуцентов к продуцентам) поступает ничтожное количество изначально вовлеченной энергии (не более 0,25%), говорить о «круговороте энергии» нельзя.

ЗАКОН ОПТИМАЛЬНОСТИ - с наибольшей эффективностью любая система функционирует в некоторых пространственно-временных пределах (никакая система не может сужаться и расширяться до бесконечности). Фундаментальное положение теории систем, связанное с тем, что размер любой системы должен соответствовать ее функциям. Напр., млекопитающее не может быть мельче и крупнее тех размеров, при которых оно способно рождать живых детенышей и вскармливать их своим молоком. Никакой целостный организм не в состоянии превысить критические размеры, обеспечивающие поддержание его энергетики (у животных они зависят от поиска достаточного количества пищи, у растений они определяются скоростью усвоения и передачи питательных веществ).

ЗАКОН ПИРАМИДЫ ЭНЕРГИЙ (Р. Линдемана) — с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой ее уровень в среднем не более 10% энергии. З. н. э. позволяет делать расчеты необходимой земельной площади для обеспечения населения продовольствием и др. эколого-экономические подсчеты.

ЗАКОН РАЗВИТИЯ ПРИРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЗА СЧЕТ ОКРУЖАЮЩЕЙ ЕЕ СРЕДЫ - любая природная система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды. Абсолютно изолированное саморазвитие невозможно. Закон есть следствие из начал термодинамики. Он имеет чрезвычайно важное теоретическое и практическое значение благодаря основным своим следствиям:

1. Абсолютно безотходное производство невозможно (оно равнозначно созданию «вечного» двигателя).

2. Любая более высокоорганизованная биотическая система (напр. вид живого), используя и видоизменяя среду жизни, представляет потенциальную угрозу для более низкоорганизованных систем (благодаря этому в земной биосфере невозможно повторное зарождение жизни — она будет уничтожена существующими организмами).

3. Биосфера Земли как система развивается не только за счет ресурсов планеты, но опосредованно за счет и под управляющим воздействием космических систем (прежде всего Солнечной).

ЗАКОН СУКЦЕССИОННОГО ЗАМЕДЛЕНИЯ — процессы, идущие в зрелых равновесных системах, находящихся в устойчивом состоянии, как правило, проявляют

тенденцию к замедлению. Отсюда бесперспективность попыток «торопить» природу при хозяйственных мероприятиях без выведения ее систем из равновесного состояния. Напр., акклиматизация нового вида дает эффект на начальной фазе, особенно при благоприятном для вида антропогенном изменении природы, но затем популяционный взрыв угасает, происходит саморегуляция на уровне экосистемы, и, если вид не становится массовым вредителем, то его хозяйственное значение резко снижается. Любой вид мелиорации первоначально дает увеличение продукции, но затем прирост сокращается, и продукция стабилизируется на некотором уровне. При осуществлении жестких природопользовательских акций, когда природные системы выводятся из равновесия, а затем стремятся к нему, следует учитывать постепенное падение биологической продуктивности и хозяйственной производительности угодий в ходе формирования нового равновесия. Это особенно актуально в тех случаях, когда устанавливается равновесие, нежелательное для экономики. Например, устойчивым состоянием может оказаться максимальная засоленность полей при их орошении. Вместе с тем дальнейшее осолонение сверх какого-то масштаба будет идти медленнее, чем на первых этапах, если не привносится дополнительная для данной экосистемы вода. В связи с этим идея межбассейновой переброски вод рек Сибири в Среднюю Азию и северных рек на юг европейской территории РФ для целей орошения теоретически не только бесперспективна, но ее осуществление может вызвать переход к устойчивому состоянию засоления на значительно больших площадях, чем при имеющихся водных ресурсах. Экономический ущерб при этом достигнет неоправданно больших размеров.

ЗАКОН ТОЛЕРАНТНОСТИ (В. Шелфорда) — лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору. Смысл 3. т. очевиден: грубо говоря, плохо и недокормить и перекормить, все хорошо в меру. Его применение необходимо при оценке успешности культивирования растений, выращивании с. х. животных, оценке возможности акклиматизации диких видов. 3. т. определяет и положение, по которому любой избыток вещества или энергии оказывается загрязняющим среду. Так, избыток воды даже в засушливых регионах вреден, и вода может рассматриваться как обычный загрязнитель, хотя и оптимальных количествах она тут весьма полезна.

ЗАКОН (ПРИНЦИП) УВЕЛИЧЕНИЯ СТЕПЕНИ ИДЕАЛЬНОСТИ (Г. В. Лейбница), или «ЭФФЕКТ ЧЕШИРСКОГО КОТА» (Льюиса Кэрролла) — гармоничность отношений между частями системы историко-эволюционно возрастает (система может сохранять функции при минимизации размеров — кот, тая с хвоста, уже исчез, а его улыбка еще видна). Общесистемный принцип, указывающий на то, что человечество, превращаясь в глобальную геологическую силу, неминуемо должно консолидировать свои силы, перейти от конфронтации к сотрудничеству (что дает переход от экстенсивного развития к интенсивному росту качества). В технике этот принцип обуславливает тенденцию к миниатюризации габаритов устройств с сохранением (и развитием) их функциональной значимости. Пример из природы — генетический код составлен всего четырьмя элементами, дающими практически неисчерпаемое разнообразие.

ЗАКОН УСЛОЖНЕНИЯ (системной) ОРГАНИЗАЦИИ ОРГАНИЗМОВ (К. Ф. Рулье) — историческое развитие живых организмов (а также всех иных природных систем) приводит к усложнению их организации путем нарастающей дифференциации функций и органов (подсистем), выполняющих эти функции. В экологии и природопользовании этот закон диктует необходимость сохранения возможностей для усложнения организации, понимания опасности ее искусственного упрощения.

ЗАКОН ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО ЕДИНСТВА ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА (В. И.

Вернадского) — все живое вещество Земли физико-химически едино. Из 3. ф.-х. е. ж. в. естественно вытекает следствие: вредное для одной части живого вещества не может быть безразлично для другой его части, или: вредное для одних видов существ вредно и для других. Отсюда любые физико-химические агенты, смертельные для одних организмов (пестициды), не могут не оказывать вредное влияние на другие организмы. Вся разница состоит лишь в степени устойчивости видов к агенту.

ЗАКОНЫ СИСТЕМЫ «ХИЩНИК ЖЕРТВА» (В. Вольтерра) (ЗАКОН НАРУШЕНИЯ СРЕДНИХ ВЕЛИЧИН): 1) Закон периодического цикла — процесс уничтожения жертвы хищником нередко приводит к периодическим колебаниям численности популяций обоих видов, зависящим только от скорости роста популяций хищника и жертвы и от исходного соотношения их численностей; 2) закон сохранения средних величин средняя численность популяции для каждого вида постоянна, независимо от начального уровня, при условии, что специфические скорости увеличения численности популяций, а также эффективность хищничества постоянны; 3) закон нарушения средних величин — при аналогичном нарушении популяций хищника и жертвы (напр., рыб в ходе промысла пропорционально их численности) средняя численность популяции жертвы растет, а популяции хищника — падает.

«ЗАКОНЫ» ЭКОЛОГИИ Б. КОММОНЕРА: 1) все связано со всем; 2) все должно куда-то деваться; 3) природа «знает» лучше; 4) ничто не дается даром.

Первый «3.» э. Коммонера обращает внимание на всеобщую связь процессов и явлений в природе; он близок по смыслу к части сформулированного выше закона внутреннего динамического равновесия. Второй «3.» э. Б. Коммонера также близок к только что упомянутому закону, а также закону развития природной системы за счет окружающей ее среды, особенно первому его следствию.

Третий «3.» э. Б. Коммонера говорит о том, что, пока мы ни имеем абсолютно достоверной информации о механизмах и функциях природы, мы, подобно человеку, незнакомому с устройством часов, но желающему их починить, легко вредим природным системам, пытаясь их улучшить. Он призывает к предельной осторожности. Иллюстрацией третьего «3.» э. Б. Коммонера может служить то, что один литр математический расчет параметров биосферы требует безмерно большего времени, чем весь период существования нашей планеты как твердого тела.

Четвертый «3.» э. Б. Коммонера вновь касается тех проблем, которые обобщает закон внутреннего динамического равновесия, и особенно его четвертое следствие, а также закон константности (Вернадского) и закон развития природной системы за счет окружающей ее среды. Б. Коммонер так более широко разъясняет свой четвертый «3» э: «...глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которое не может являться объектом всеобщего улучшения: все, что было извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возмещено. Платежи по этому векселю нельзя избежать: он может быть только отсрочен.

ПРАВИЛО АЛЛЕНА — выступающие части тела теплокровных животных в холодном климате короче, чем в теплом, поэтому в нервном случае они отдают в окружающую среду меньше тепла. В какой-то мере оно справедливо и для побегов высших растений, обычно укороченных на Севере (вообще в холоде) по сравнению с южными широтами (теплыми условиями) произрастания.

ПРАВИЛО БЕРГМАНА — у теплокровных животных, подверженных географической изменчивости, размеры тела особей статистически (в среднем) больше у популяций, живущих в более холодных частях ареала вида. П. Б. широко применимо в

экологии животных, хотя и имеется ряд исключений из него.

ПРАВИЛО ВАНТ-ГОФФА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ — при подъеме температуры на 10°C в организме происходит 2—3-кратное ускорение химических процессов (фактически часто бывают отклонения от этого правила: ускорение химических превращений достигает 7,4 раза, но иногда не наблюдается совсем, или, наоборот, происходит замедление физико-химических реакций).

ПРАВИЛО ВЗАИМОПРИСПОСОБЛЕННОСТИ (К. Мёбиуса — Г. Ф. Морозова) — виды в биоценозе приспособлены друг к другу настолько, что их сообщество составляет внутренне противоречивое, но единое и взаимно увязанное системное целое. В естественных биоценозах, в природе не существует полезных и вредных птиц, полезных и вредных насекомых, там все служит друг другу и взаимно приспособлено.

ПРАВИЛО ВИКАРИАТА (Д. Джордана) — ареалы близкородственных форм животных (видов или подвидов) обычно занимают смежные территории и существенно не перекрываются; родственные формы, как правило, викарируют, т. е. географически замещают друг друга. П. в.— одно из положений теории географического видообразования — в природопользовании требует учета при акклиматизации с целью «улучшения крови» местных популяций. Теоретически оно отрицает успешность такой акции, что подтверждается практикой — «улучшение крови» диких животных никогда не давало желаемого результата (напр., при вселении сибирских белок в Крым).

ПРАВИЛО ВНУТРЕННЕЙ НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ - в естественных экосистемах деятельность входящих в них видов направлена на поддержание этих экосистем как среды собственного обитания. Виды в естественной природе не могут разрушать среду своего обитания (это не относится к современному человеку), так как это вело бы их к самоуничтожению. Наоборот, деятельность животных и растений направлена на создание (поддержание) среды, пригодной для жизни их потомства. Это не означает, что П. в. и. абсолютно: напр., материнские растения могут препятствовать росту дочерних поколений, угнетать их, а животные даже поедать своих потомков. Однако суммарный процесс идет согласно П. в. и.

ПРАВИЛО ГЛОГЕРА — географические расы животных в теплых и влажных регионах пигментированы сильнее (т. е. особи темнее), чем в холодных и сухих. В сильно загрязненных местах наблюдается так называемый индустриальный меланизм - потемнение животных, поэтому число исключений из П. Г. в последние годы резко увеличилось. И. Г. имеет большое значение и систематике животных и их экологии.

ПРАВИЛО ДАРЛИНГТОНА - уменьшение площади острова и 10 раз сокращает число живущих на нем видов (амфибий и рептилий) вдвое. П. Д. необходимо учитывать при определении необходимого размера природной особо охраняемой территории.

ПРАВИЛО ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО НАСЫЩЕНИЯ - количество народонаселения всегда соответствует максимальной возможности поддержания его жизнедеятельности, включая все аспекты сложившихся потребностей человека. В отличие от других видов живого социальный человек создает эколого-социальное давление на природу особого рода, включающее удовлетворение всего комплекса его потребностей, далеко выходящих за биологические рамки.

ПРАВИЛО ДЕСЯТИ ПРОЦЕНТОВ - среднемаксимальный переход с одного

трофического уровня экологической пирамиды на другой 10% (от 7 до 17%) энергии (или вещества в энергетическом выражении), как правило, не ведет к неблагоприятным для экосистемы (и теряющего энергию трофического уровня) последствиям.

ПРАВИЛО ЗАМЕЩЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ (В. В. Алёхина) — любое условие среды в некоторой степени может замещаться другим, следовательно, внутренние причины экологических явлений при аналогичном внешнем аффикте могут быть различными. Напр., климатические факторы могут замещаться биотическими - вечнозеленые виды южных растений в более континентальном климате способны расти в подлеске под защитой верхних ярусов (т. е. в создаваемом ими биоклимате).

ПРАВИЛО ИНТЕГРАЛЬНОГО РЕСУРСА - при использовании конкретных природных систем конкурирующие отрасли хозяйства неминуемо наносят ущерб друг другу тем сильнее, чем значительнее они изменяют совместно эксплуатируемый экологический компонент или всю экосистему в целом. Напр., в водном хозяйстве гидроэнергетика, транспорт, коммунальное хозяйство, орошаемое земледелие и рыбная промышленность связаны таким образом, что в наименее выигрышном положении оказывается промысел рыбы. Чем полнее гидроэнергетическое использование вод, тем сложнее ведение др. отраслей водного хозяйства; развитие водного транспорта осложняет др. способы использования воды, разбор ее на орошение также вызывает затруднения в сопряженных формах эксплуатации вод.

ПРАВИЛО МАКСИМАЛЬНОГО «ДАВЛЕНИЯ ЖИЗНИ» - организмы размножаются с интенсивностью, обеспечивающей максимально возможное их число. «Давление жизни» ограничено емкостью среды и действием правил взаимоприспособленности, внутренней непротиворечивости и соответствия среды генетической предопределенности организма. Если генетические возможности вида близки к исчерпанию, он сначала делается малочисленным (следует учитывать отсутствие или наличие фактора истребления), а затем вымирает. Необходимо принимать во внимание волны численности, могущие ввести в заблуждение.

ПРАВИЛО МЕРЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ - в ходе эксплуатации природных систем нельзя переходить некоторые пределы, позволяющие этим системам сохранять свойство самоподдержания (самоорганизации и саморегуляции). Надсистема высокого уровня иерархии может поддерживать некоторые подсистемы разрушенной системы низшего уровня, но не восстанавливать их. Напр., черноземы, возникшие в результате зонального биогеоэкологического процесса в лугостепях и лесостепях с их распашкой, зонально поддерживаются, но постепенно деградируют, сохраняя при этом тенденцию к восстановлению лишь при создании естественных условий их образования.

ПРАВИЛО ОБЯЗАТЕЛЬНОСТИ ЗАПОЛНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НИШ — пустующая экологическая ниша всегда бывает естественно заполнена. Пустующих экологических ниш в экосистеме нет. Напр., в бамбучниках Юж. Сахалина нет мелких хищников (эти зверьки тут приурочены к долинам многочисленных рек и на водоразделы практически не заходят). Их экологическая ниша заполнена живущими в природе серыми крысами — грызунами, обладающими хищными наклонностями.

В связи с возможностью существования псевдопустующих экологических ниш не следует торопиться с выводами о возможности наполнения этих ниш путем акклиматизации (интродукции) видов. Акклиматизационные и

реакклиматизационные работы будут эффективны лишь при действительном наличии свободных экологических ниш. Попытки интродуцировать виды в псевдопустующие ниши приносят значительный социально-экономический ущерб. Напр., с акклиматизированной в европейской части России дальневосточной пчелой были занесены клещи, погубившие немало пчелосемей. Другая сторона проблемы - освобождение экологических ниш в результате борьбы с вредителями, когда возникают формы еще более опасные. Примером служит возникновение новых заболеваний, напр. типа СПИДа, который был гипотетически предсказан задолго до выявления болезни как гриппоподобный вирус с высокой летальностью заболевших. Основанием предсказания служило то, что победа над многими инфекционными болезнями человека высвободила экологические ниши, которые неминуемо должны были быть заполнены. Было предположено, что одна из экологических ниш будет заполнена вирусом с высокой степенью изменчивости. Вирус гриппа имеет частоту мутаций $1:10^5$ при средней нормальной частоте процесса $1:10^6$. Вирус СПИДа еще более изменчив - у него регистрируется частота мутаций $1:10^4$.

ПРАВИЛО ОДНОГО ПРОЦЕНТА - изменение энергетики природной системы в пределах 1% (от немногих десятых до, как исключение, единиц процентов) выводит природную систему из равновесного (квазистационарного) состояния. Все крупномасштабные явления на поверхности Земли (мощные циклоны, извержения вулканов, процессе глобального фотосинтеза), как правило, имеют суммарную энергию, не превышающую 1% от энергии солнечного излучения, падающего на поверхность нашей планеты. Переход энергетики процесса за это значение обычно приводит к существенным аномалиям — резким климатическим отклонениям, переменам в характере растительности, крупным лесным и степным пожарам.

ПРАВИЛО ОСТРОВНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ - особи видов животных, обитающих на островах, как правило, мельче таких же материковых особей, живущих в аналогичных условиях. Отсюда важность определения минимальной площади заповедников.

ПРАВИЛО (неизбежных) ЦЕПНЫХ РЕАКЦИЙ «ЖЕСТКОГО» УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОЙ — «жесткое», как правило, техническое управление природными процессами чревато цепными природными реакциями, значительная часть которых оказывается экологически, социально и экономически неприемлемыми в длительном интервале времени. Действие этого правила связано прежде всего с тем, что грубое, «хирургическое» вмешательство в жизнь природных систем вызывает действие закона внутреннего динамического равновесия и значительное увеличение энергетических затрат на поддержание природных процессов.

ПРИНЦИП АГРЕГАЦИИ ОСОБЕЙ (В. Олли) - агрегация (скопление) особей усиливает конкуренцию между ними за пищевые ресурсы и жизненное пространство, но приводит к повышенной способности группы в целом к выживанию. Следовательно, как «перенаселенность» (повышенная агрегация особей), так и «недонаселенность» (отсутствие агрегации) могут служить лимитирующими факторами. П. а. о. диктует необходимость оптимальной густоты посевов, особенно в условиях полей, засоренных сорняками.

ПРИНЦИП ЕСТЕСТВЕННОСТИ (или принцип старого автомобиля») - технические системы управления природой со временем требуют нее большего вложения средств,

вплоть до нерациональности поддержания их, и потому естественные («мягкие») формы управления и конечном итоге всегда эффективнее технических («жестких»).

ПРИНЦИП ИСКЛЮЧЕНИЯ Г. Ф. ГАУЗЕ (теорема Гаузе) — два вида не могут существовать в одной и той же местности, если их экологические потребности идентичны, т. е. если они занимают одну и ту же экологическую нишу. В связи с этим принципом любые два вида с идентичными экологическими потребностями бывают разобщены в пространстве или во времени (живут в разных биотопах, ярусах леса; одни ведут ночной или сумеречный, другие - дневной образ жизни). При жесткой ограниченности возможностей пространственно-временного разобщения один из видов вырабатывает новую экологическую нишу или исчезает.

ПРИНЦИП ЛЕ ШАТЕЛЬЕ - БРАУНА - при внешнем воздействии, выводящем систему из состояния устойчивого равновесия, равновесие смещается в том направлении, при котором эффект внешнего воздействия ослабляется.

ПРИНЦИП НУЛЕВОГО МАКСИМУМА - экосистема в сукцессионном развитии стремится к образованию наибольшей биомассы при наименьшей биологической продуктивности. Климаксовые экосистемы, как правило, обладают максимальной биомассой и минимальной практически нулевой продуктивностью, т.е. термодинамически они наиболее рациональны.

ПРИНЦИП ОСНОВАТЕЛЯ — единичные особи — основатели новой колонии или популяции — несут в себе лишь часть общей генетической информации, присущей виду. Экологический смысл этого общебиологического принципа в том, что сокращение численности особей видов, их исчезновение в природных островках, а затем заселение этих островков единичными пионерными особями-основателями, постепенно ведет к потере генетической информации. В конечном счете может произойти деграция видов и составленных ими биотических сообществ.

ПРИНЦИП РЕДИ — живое происходит только от живого, между живым и неживым веществом существует непроходимая граница.

ПРИНЦИП СОСУЩЕСТВОВАНИЯ («парадокс Дж. Хатчинсона») два вида могут сосуществовать к одной экологической нише, и если близкие виды вынуждены использовать одни и те же ресурсы, то естественный отбор может благоприятствовать их сосуществованию, и они способны эволюционировать в одном и том же направлении.

ПРИНЦИПЫ СВЯЗИ БИОТОП - БИОЦЕНОЗ: 1) принцип разнообразия (А. Тинемана) - чем разнообразнее условия биотопа, тем больше видов в биоценозе; 2) принцип отклонения условий (А. Тинемана) - чем выше отклонения условий биотопа от нормы, тем беднее видами и специфичнее биоценоз, а численность особей отдельных составляющих его видов выше; 3) принцип плавности изменения среды (Г. М. Ф. Ранца) - чем плавнее изменяются условия среды в биотопе и чем дольше он остается неизменным, тем богаче видами биоценоз и тем более он уравновешен и стабилен; 4) принцип видо - родового представительства (И. Иллиеса) - поскольку два даже близкородственных вида не могут занимать одинаковые экологические ниши в одном биотопе, богатые видами роды обычно представлены в биоценозе единственным своим представителем.

ВОПРОСЫ ПО ЭКОЛОГИИ

1. Предмет изучения экологии. Основные направления экологии. История становления науки экология.
2. Экологическая система, ее основные компоненты. Биогеоценоз. Биоценоз. Биотоп. Свойства экологических систем и принципы их функционирования.
3. Биота, биома, биохор. Вертикальная и горизонтальная структура экосистем.
4. Естественные и антропогенные экосистемы.
5. Трофические цепи. Продуценты, автотрофный тип питания. Консументы, гетеротрофный тип питания.
6. Экологические пирамиды. Правило 10%. Правило 1%.
7. Продуктивность экологических систем. Первичная и вторичная продуктивность.
8. Эволюция экосистем. Экологические сукцессии. Гомеостаз экосистем.
9. Экологическая ниша. Закон Гаузе. Объем и напряженность конкуренции.
10. Абиотические факторы окружающей среды.
11. Лимитирующие факторы окружающей среды. Закон минимума Либиха. Закон толерантности Шелфорда. Комплексное воздействие факторов. Закон действия факторов. Оптимум и пессимум ареала.
12. Механизмы адаптации. Активная и пассивная адаптация. Гомеостаз.
13. Адаптация к высоким и низким температурам. Гомойотермные и пойкилотермные организмы. Механизмы теплоотдачи.
14. Адаптация к засушливым и влажным местам обитания. Механизмы осморегуляции.
15. Экологическое значение кислорода в атмосфере. Влияние концентрации кислорода на живые организмы. Аэробная и анаэробная форма жизни.
16. Экологическое значение света. Фотопериодизм. Циркадные ритмы. Цирканнуальные ритмы.
17. Внутривидовые биотические факторы: демографические и этологические. Кривые роста. Выживаемость. r – и k – стратегии популяции.
18. Отрицательные межвидовые факторы: паразитизм; жертва – хищник; конкуренция, аменсализм, аллелопатия.
19. Положительные межвидовые факторы: симбиоз, мутуализм, комменсализм.
20. Понятие популяции, структура, динамика и гомеостаз популяций. Принципы действия биотоп-биоценоз.
21. Биосфера, ее состав, строение. Функции биосферы. Учение Вернадского о биосфере. Живое, косное, биогенное и биокосное вещество биосферы.
22. Ноосфера, техносфера. Концепция устойчивого развития.
23. Гидросфера как часть биосферы; проблемы.
24. Литосфера как часть биосферы; проблемы. Эрозия почв.
25. Атмосфера как часть биосферы; проблемы.
26. Глобальные экологические проблемы. Химизм процессов разрушения озонового слоя и образования кислотных дождей. Парниковый эффект.
27. Круговорот биогенов в биосфере. Основные типы биогеохимических круговоротов в биосфере. Биогеохимические принципы Вернадского В.И.
28. Глобальные и локальные круговороты воды в биосфере.
29. Биогеохимический цикл углерода.
30. Биогеохимический цикл азота.
31. Биогеохимические циклы фосфора, серы и минеральных веществ.
32. Особенности круговорота ксенобиотиков в биосфере.
33. Нарушение биогеохимических круговоротов человеком. Возврат веществ в круговорот.
34. Эволюция биосферы.
35. Основы экологического нормирования.

36. Здоровье человека и окружающая среда. Экологозависимые заболевания.
37. Региональные экологические проблемы.
38. Экологический риск. Факторы экологического риска.
39. Источники загрязнения среды обитания.
40. Особо охраняемые территории.
41. Правительственные и не правительственные экологические организации. Международные организации в деле охраны окружающей среды. Решение глобальных экологических проблем на межправительственном уровне.
42. Экологическое образование и воспитание.
43. Альтернативная энергетика.
44. Демографические проблемы. Продовольственная проблема. Влияние роста населения на окружающую среду.
45. Основы экологического права.
46. Инженерная защита среды обитания.
47. Управление качеством среды обитания. Экологический контроль. Экологическая паспортизация. Экологическая экспертиза и аудит.
48. Мониторинг окружающей среды. Организмы – индикаторы состояния окружающей среды.
49. Основы экономики природопользования. Кадастры земельные и лесные. Бонитет.
50. Методы в экологии. Математические модели в экологии.