

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Учреждение образования
"Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины"**

Кафедра зоологии и охраны природы

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Гомель 2005

УДК 631.147
ББК 30. 16 я 73
Р 360

Рецензенты: Валетов В.В., доктор биологических наук, профессор
Пролесковский Ю.А., кандидат химических наук, доцент

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Учреждения образования "Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины".

Рассашко И.Ф.

Р 360 Основы экологии: Учебно-метод. комплекс для студ небиолог. спец. / И.Ф. Рассашко, Д.В. Потапов, Г.Г. Гончаренко, В.Н. Веремеев, А.В. Гулаков, А.В. Крук, И.В. Кураченко; Мин. обр. РБ, УО "ГГУ имени Ф. Скорины". - Гомель, 2005. - с.

Учебно-методический комплекс включает введение, требования образовательного стандарта, учебную программу, тексты лекций, планы практических занятий. Приводятся материалы по основным положениям экологии: среде обитания, экологических факторах и закономерностях их действия, о популяциях, структуре сообществ, экосистем, их функционировании, динамике, о биосфере как области жизни. Излагаются положения о различных видах природных ресурсов, освещаются концепция устойчивого развития, правовые основы рационального природопользования, международная деятельность в области охраны окружающей среды.

Адресован студентам небиологических факультетов.

© Коллектив авторов, 2005

© Учреждение образования "Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины", 2005

**РАССАШКО Инна Федоровна
ПОТАПОВ Дмитрий Викторович
ГОНЧАРЕНКО Григорий Григорьевич
ВЕРЕМЕЕВ Василий Николаевич
ГУЛАКОВ Андрей Владимирович
КРУК Андрей Викторович
КУРАЧЕНКО Ирина Витальевна**

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Учебно-методический комплекс

В авторской редакции

Лицензия ЛВ № 02330/0133208 от 30 апреля 2004 г.
Подписано в печать _____. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Гарнитура "Таймс". Уч.-изд. л. _____.
Усл.-п.л. _____. Тираж _____. Заказ № _____.

Учреждение образования "Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины"
246019, г. Гомель, ул. Советская, 104

Отпечатано на полиграфической технике с оригинала – макета
Учреждения образования "Гомельский государственный
университет имени Франциска Скорины"
лицензия ЛП № 02330/0056611 от 16 февраля 2004 г.
246019, г. Гомель, ул. Советская, 104

1 ТРЕБОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА (Руководящий документ Республики Беларусь РД РБ 02100. 5. –98-

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Небиологические специальности

Дисциплина "Основы экологии"

Основные понятия экологии; понятие "биосфера"; круговорот веществ в биосфере; техногенные факторы развития биосферы; понятие "ноосфера"; региональные экологические проблемы в Беларуси; сведения о литосфере; воздействие добычи полезных ископаемых на верхнюю часть литосферы; экологические проблемы мелиорации земель; экология почв в условиях сельскохозяйственного производства; загрязнение почв городов; глобальные экологические изменения климата; состояние и использование водных ресурсов; проблемы охраны ландшафтов; радиоактивное загрязнение окружающей среды и экологические проблемы; перспективы мониторинга природной среды в решении экологических и природоохранных проблем; экологическая безопасность, основы правового механизма; система и принципы экологического законодательства. Основы энергосбережения. Концепция устойчивого развития. Педагогическая экология. Концептуальные основы и принципы экологического образования. Правовые основы охраны природы. Международные программы и организации. Законодательные акты. Охрана природы в Республике Беларусь.

ТРЕБОВАНИЯ К ЗНАНИЯМ И УМЕНИЯМ

Специалист должен:

иметь представление:

- о современных достижениях естественных наук;
- о возможностях фундаментального применения законов биологии для объяснения поведения сложных биологических объектов;
- об экологии и охране природы; сообществах организмов, экосистемах, их структуре, динамике;
- о пределах устойчивости, о роли антропогенных воздействий;
- об экологических принципах природопользования, охраны природы;
- о биологическом многообразии, его роли в сохранении устойчивости биосферы и принципах систематики;
- о взаимодействии организма и среды; об устойчивости и

неустойчивости в существовании организмов и надорганизменных систем, о механизмах взаимосвязи организма и среды, о круговороте веществ и энергии в биосфере, об основаниях для экологической экспертизы и экологического прогноза деятельности человека;

- о методах анализа и моделирования экологических и процессов;
- о животном мире и растительных ресурсах мира и нашей страны;
- о современных проблемах экологии;
- о роли объектов профессиональной деятельности в биосфере, их народно-хозяйственном и медицинском значении.

знать:

- сведения об опасных и чрезвычайных ситуациях среды обитания природного, техногенного и социального происхождения;
- характерные особенности стихийных бедствий, аварий и катастроф как явлений, способствующих появлению ситуации, нарушающих нормальную жизнедеятельность людей и работу объектов;
- уметь планировать мероприятия по их охране и рациональному использованию в народно-хозяйственных целях;
- принципы формирования и функционирования надорганизменных систем различных уровней;
- основы науки о почве; классификацию и экологию почв.

владеть:

- методами исследования и анализа живых систем.

уметь использовать:

- содержание и особенности спасательных работ: правила поведения населения непосредственно в момент аварий, катастроф и активного проявления различных стихийных бедствий;
- прогнозы последствий антропогенных воздействий на биосферу, планировать мероприятия по ее охране.

иметь навыки, опыт:

- применения правовых, нормативно-технических и организационных основ экологии и безопасности жизнедеятельности;
- наблюдения, описания, классификации природных объектов.

2 УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ПО КУРСУ «ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ»

Раздел 1 ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА

Тема 1 Предмет, задачи, цели и содержание экологии.

Экология как наука о строении и функциях живого покрова Земли. Предмет, задачи и цели экологии. Связь экологии с другими науками. Основные разделы и направления экологии. Краткий очерк истории развития науки. Методы исследований в экологии.

Раздел 2 ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

Тема 1 Понятие о природной среде

Представление о среде обитания и условиях существования (условиях жизни) организмов. Экологические факторы и общие закономерности их действия на организмы. Ограничивающие факторы. «Правило минимума» Ю. Либиха как основа учения об ограничивающих факторах. Закон В. Шелфорда. Экологическая пластичность (экологическая валентность) организмов. Комплексное воздействие экологических факторов.

Тема 2 Классификация экологических факторов.

Абиотические и биотические факторы. Экологическое значение основных абиотических факторов: температуры, освещенности, влажности, давления, ветра, солености, концентрации биогенных элементов и др. Формы (типы) биотических отношений. Общие черты конкуренции, хищничества и паразитизма. Типы взаимоотношений между организмами: симбиоз (мутуализм), комменсализм, синойкия, нейтраллизм. Антибиоз. Аллелопатия. Значение биотических отношений.

Антропоические факторы, их глобальный характер.

Тема 3 Биологические ритмы, связь их с абиотическими и биотическими факторами.

Понятие о природных ритмах; ритмы периодические и циклические. Суточная и сезонная цикличность. Сигнальное значение абиотических факторов. Фотопериод, фотопериодизм. Природные ритмы внешние и внутренние. Связь биологических ритмов с абиотическими и биотическими факторами. Значение биоритмов.

Раздел 3 ПОНЯТИЕ О ЛАНДШАФТЕ, ЭКОСИСТЕМЕ (БИОГЕОЦЕНОЗЕ). СТРУКТУРА ЭКОСИСТЕМЫ

Тема 1 Ландшафт, проблемы охраны ландшафтов.

Понятие о ландшафте, типы ландшафтов. Охрана ландшафтов.

Тема 2 Учение о популяции. Популяция как элемент системы вида и экосистемы. Характеристики популяций.

Понятие о популяциях. Статические характеристики популяции: ареал, возрастная и половая структура, плотность, численность. Динамические характеристики популяции.

Динамика популяций. Циклические колебания численности. Причины колебания численности популяций, роль абиотических и биотических факторов. Популяция как саморегулирующаяся система. Регуляция численности популяций. Оптимальная эксплуатация популяций.

Раздел 4 ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ И ЭКОСИСТЕМ

Тема 1 Сообщества (биоценозы), экосистемы (биогеоценозы), их структура.

Понятия о биоценозе, экосистеме, биогеоценозе. Соотношение понятий «экосистема» и «биогеоценоз». Биотоп и экотоп. Основные трофические и функциональные блоки биоценозов: автотрофы (фототрофы, хемотрофы)- продуценты первичного органического вещества. Первичная продукция - продукция автотрофных организмов. Гетеротрофы - консументы, вторичная продукция. Гетеротрофы - редуценты. Макро- и микроредуценты (консументы). Значение редуцентов в биоценозах, практическое значение редуцентов.

Пищевые цепи, пищевые сети. Пищевые уровни и их соотношения. Потоки энергии при переходе с одного трофического уровня на другой. Экологические пирамиды и способы их выражения. Экологическая эффективность трансформации вещества и энергии в экосистемах.

Тема 2 Важнейшие характеристики, свойства биоценозов, экосистем (биогеоценозов), их динамика и стабильность.

Видовая структура сообществ. Видовое разнообразие как специфическая характеристика сообщества. Механизмы формирования структуры сообществ.

Пространственная структура биоценоза: ярусность, мозаичность. Экологическая ниша.

Динамика и стабильность сообществ во времени. Способность к саморегуляции. Экологическая сукцессия.

Тема 3 Типы экосистем (биогеоценозов).

Номенклатура и классификация экосистем. Понятие о биомах. Основные типы биомов и их краткая характеристика. Микро-, мезо- и

макроэкосистемы. Естественные и искусственные экосистемы. Охраняемые экосистемы: заповедники, национальные парки, заказники, памятники природы и другие охраняемые территории. Организация их охраны.

Раздел 5 БИОСФЕРА. ПРОДУКТИВНОСТЬ БИОСФЕРЫ

Тема 1 Учение о биосфере.

Общее представление о биосфере. Роль В.И. Вернадского в формировании современного научного представления о биосфере. Пространственная протяжённость биосферы. Основные классы (типы) веществ биосферы: живое, биогенное, косное и биокосное вещество. Биогеохимические функции живого вещества биосферы. Принципы, положенные в основу учения о биосфере единство, взаимосвязь и взаимодействие элементов природы, процессов и явлений, происходящих в ней. Круговорот веществ и энергии в биосфере. Понятие о биологическом круговороте. Круговорот важнейших химических элементов в биосфере. Основные биогеохимические циклы: азота, фосфора, углерода, серы, железа. Антропоические воздействия на природные циклы основных элементов.

Тема 2 Биомасса. Продуктивность биосферы.

Биомасса биосферы, удельный вклад в её создание растений, животных, микроорганизмов. Чистая и валовая первичная продукция. Продуктивность различных биогеоценозов. Деструкция органического вещества. Энергетический баланс биосферы.

Тема 3 Эволюция биосферы. Последствия антропоических (антропогенных) воздействий на биосферу.

Основные этапы в эволюции биосферы. Роль человека в эволюции биосферы. Понятие "ноосфера", ноосфера - качественно новое состояние биосферы. Техносфера как современный этап развития биосферы. Понятие о техносфере как части биосферы, преобразованной людьми с помощью прямого и косвенного воздействия технических средств. Техногенные факторы развития биосферы. Последствия антропогенных воздействий на биосферу. Охрана биосферы как одна из важнейших современных задач человечества.

Раздел 6 ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Тема 1 Природные ресурсы, их классификация.

Понятие о природных ресурсах, основные типы природных ресурсов. Использование и охрана исчерпаемых (возобновимых, относительно возобновимых и невозобновимых) и неисчерпаемых

ресурсов. Виды природопользования. Рациональное использование природных ресурсов.

Тема 2 Основы экологии атмосферы» гидросферы. Литосфера. Верхняя часть литосферы - почва. Биологические ресурсы.

Экология атмосферы. Строение функции и газовый состав атмосферы; озоновый экран планеты; естественные и искусственные источники, масштабы загрязнений, поступление эмиссий в атмосферу, их состав и последствия. Охрана атмосферы.

Экология гидросферы. Состав гидросферы и круговорот воды; значение гидросферы; масштабы и характер использования водных ресурсов. Состояние водных ресурсов. Загрязнение вод, методы очистки сточных вод, охрана и рациональное использование водных ресурсов.

Литосфера. Верхняя часть литосферы - почва. Экология почвы. Понятие о литосфере; земельный фонд планеты, почвенные ресурсы. Почва как среда жизни, значение почвы. Масштабы и характер использования почвенных ресурсов; воздействие человека на почву, неблагоприятные последствия использования земельных ресурсов: засоленность, заболачиваемость, эрозия. Деградация почвенного покрова от засоления, заболачивания, ветровой и водной эрозии. Экология почв в условиях сельскохозяйственного производства, загрязнение почв городов. Охрана и рациональное использование земель, их мелиорация.

Минеральные ресурсы. Энергетика, современные проблемы. Основы энергосбережения. Минеральные ресурсы и их использование. Современные энергосистемы как неотъемлемые компоненты инфраструктуры общества. Рост потребления энергии и возникновение необходимости решения ряда возникающих глобальных проблем. Альтернативные источники энергии. Понятие о ресурсосбережении, энергосбережение как часть более широкой проблемы ресурсосбережения. Уменьшение давления энергетики на окружающую среду путем снижение энергетических трат в результате экономии энергии, совершенствование технологий, формирование нового мышления, которое ставит на первое место общечеловеческие ценности, экологию и культуру.

Биологические ресурсы. Флора и фауна планеты - основные компоненты и генофонд биосферы; роль биоресурсов, их охрана.

Тема 3 Природа и технический прогресс общества. Основные

экологические проблемы современности и пути их решения

Исторические аспекты взаимодействия общества с природой, воздействие человека на окружающую среду на разных этапах развития общества, важнейшие экологические проблемы: истощение природных ресурсов, рост народонаселения; загрязнение окружающей среды, основные источники и масштабы загрязнений, классификация и характеристика загрязнений; последствия загрязнения окружающей среды. Парниковый эффект и глобальные экологические изменения климата. Отходы - важная составляющая техногенного воздействия на окружающую среду, принцип безотходного производства. Уменьшение биоразнообразия биосферы, биологическое разнообразие как основное условие устойчивости биосферы. Особо охраняемые природные территории. Биоиндикация, её практическое использование. Урбанизация. Экологические аспекты городских систем.

Экологические проблемы в Беларуси. Экологические проблемы мелиорации земель в Полесье Радиоактивное загрязнение окружающей среды. Радиационная безопасность. Экологическая безопасность. Экологическое нормирование. Качество среды. Биоиндикация, его практическое применение. Экономическое развитие и экологический фактор. Концепция устойчивого развития, его экологический аспект.

Международная деятельность в области охраны окружающей среды Международные организации (ЮНЕСКО, ЮНЕП, МСОП и др.). Программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Основные принципы охраны природы.

Тема 4 Мониторинг окружающей среды.

Понятие о мониторинге окружающей среды, как комплексной системе наблюдений, оценки и прогноза изменения состояния окружающей среды под влиянием антропогенных факторов. Глобальный мониторинг. Экологический мониторинг, мониторинг загрязнений и связанных с ним эффектов, возникающих в биосфере - составная часть экологического мониторинга. Геофизический мониторинг: определение данных о загрязнениях, мутности атмосферы, выборочных метеорологических и гидрологических характеристик среды;

Биологический мониторинг: мониторинг живых организмов, подверженных воздействию. Генетический мониторинг (наблюдение за возможными наследственными изменениями у различных популяций).

Национальный мониторинг как система мониторинга в рамках одного государства.

Раздел 7 ОСНОВЫ ПРАВОВОГО МЕХАНИЗМА, СИСТЕМЫ И ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Тема 1 Правовые основы охраны окружающей среды.

Административные органы и организации по охране окружающей среды в Беларуси.

Понятие и значение правовой охраны окружающей среды. Природоохранное законодательство в Республике Беларусь; мониторинг окружающей среды в Беларуси.

Тема 2 Охрана окружающей среды в Республике Беларусь.

Комплексная программа охраны окружающей среды и рационального природопользования, её задачи, охраняемые территории. Красная книга. Пожарная безопасность и контроль за противопожарным состоянием.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Требования образовательного стандарта.....	6
2 Учебная программа.....	8
3 Тексты лекций.....	14
Лекция 1. Экология как наука	14
Лекция 2. Экологические факторы и общие закономерности их действия	17
Лекция 3. Классификация экологических факторов	23
Лекция 4. Биологические ритмы.	31
Лекция 5. Учение о популяциях	34
Лекция 6. Биоценозы, экосистемы, их структура и функционирование	43
Лекция 7. Важнейшие характеристики биоценозов, экосистем (биогеоценозов)	55
Лекция 8. Типы экосистем	63
Лекция 9. Учение о биосфере	66
Лекция 10. Биологический круговорот. Основные биогеохимические циклы	71
Лекция 11. Продуктивность биосферы	81
Лекция 12. Эволюция биосферы.	83
Лекция 13. Природные ресурсы и их классификация	86
Лекция 14. Экология атмосферы	89
Лекция 15. Экология гидросферы	101
Лекция 16. Литосфера. Экология почв	112
Лекция 17. Минеральные ресурсы и их использование	122
Лекция 18. Биологические ресурсы, их охрана	128
Лекция 19. Загрязнение окружающей среды	135
Лекция 20. Глобальные экологические изменения климата	143
Лекция 21. Биологическое разнообразие	145
Лекция 22. Урбанизация, экологические аспекты городских систем.	151
Лекция 23. Экологические проблемы Беларуси	154
Лекция 24. Экологическая безопасность и экологическое нормирование.	161
Лекция 25. Качество среды. Биоиндикация	167
Лекция 26. Экономическое развитие и экологический фактор	170
Лекция 27. Международная деятельность по охране окружающей среды	174

Лекция 28. Основы правового механизма, система и принципы экологического законодательства	178
4 Тематика практических занятий	186
5 Терминологический словарь	216

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире экологические проблемы по своей общественной значимости вышли на одно из первых мест. Влияние человека на природу происходит как путём преобразования сложившихся в течение тысячелетий естественных систем, так и в результате загрязнения почвы, воды, воздуха. Это привело к резкому ухудшению состояния природы, часто с необратимыми последствиями. Экологический кризис представляет собой реальную опасность. Уместно привести высказывание известного американского эколога Р. Риклефса: «Если мы хотим достичь какого-то согласия с Природой, то нам в большинстве случаев придётся принимать её условия...». Эти условия основаны на природных законах, которым подчинены все процессы и явления в природе, и с которыми человеческому обществу также необходимо считаться.

В связи с отмеченным, значение экологии необычайно возросло за последние десятилетия. Из науки о взаимоотношениях организмов и среды она превратилась в науку об организации и функционировании надорганизменных систем (популяций, сообществ, экосистем) и вышла за пределы биологической пауки.

Необходимость изучения дисциплины обосновывается следующими положениями. Сохранение природной среды и разумная охрана природы, рациональное использование природных ресурсов возможны при знании основных закономерностей, принципов, положений экологии.

Цель преподавания состоит в ознакомлении студентов с положениями, проблемами современной экологии как основы рационального использования и управления природными ресурсами. Основная задача курса - дать студентам знания о закономерностях, определяющих динамику численности организмов, структуру сообществ, организацию и функционирование целых экосистем. Одна из задач курса состоит в изучении студентами закономерностей трансформации вещества и энергии в экосистемах, проблемы биологической продуктивности. При изучении прикладной экологии задачи заключаются в усвоении студентами материала по принципам и методам общей экологии и использования их при решении важных народнохозяйственных задач. Дисциплина «Основы экологии» тесно связана с биологическими дисциплинами, природопользованием, географией, математикой, ландшафтоведением, другими науками.

Приносим искреннюю благодарность доценту УО "Государственный педагогический университет им. М. Танка" В.В. Маврищеву за просмотр теоретической части рукописи и ценные

замечания, учтенные авторами.

3 ТЕКСТЫ ЛЕКЦИЙ

ЛЕКЦИЯ 1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА

1 Предмет, задачи и цели дисциплины.

2 Связь экологии с другими науками.

3 Разделы и направления экологии.

1 Предмет, задачи и цели дисциплины.

Термин «экология» (от греческого *oikos* – жилище, местообитание) введен в литературу в 1866 г. немецким исследователем Э. Геккелем, им дано и общее определение экологии. Э. Геккель писал: "Под экологией мы понимаем сумму знаний, относящихся к экономике природы: изучение всей совокупности взаимоотношений животного с окружающей средой. Под экологией мы подразумеваем общую науку об отношениях организма к окружающей среде, куда мы относим все "условия существования" в широком смысле этого слова". Несколько позднее Э. Макфедьен отметил, что "экология посвящена изучению взаимоотношений живых организмов, растительных или животных, со средой. Она имеет целью выявить принципы, управляющие этими отношениями". В 20-м веке и особенно в последние десятилетия представления об экологии значительно изменились и расширились. Ф. Клементс (1920) писал об экологии как о "науке о сообществах". Ю. Одум, автор широко известных фундаментальных книг по экологии, отмечал (1957), что экология – это изучение структуры и функций природы. По мнению эколога академика С. Шварца (1972) экология – это наука о законах, управляющих жизнью растений и животных в естественной среде их обитания. Н.Ф. Реймерс в словаре-справочнике "Природопользование" (1990) указывает, что "экология – это 1) часть биологии (биоэкология), изучающая отношения организмов (особей, популяций, биоценозов и т.д.) между собой и окружающей средой 2) дисциплина, изучающая общие законы функционирования экосистем различного иерархического уровня". Тот же автор в другой работе отмечает, что "Современная экология – биологизированная (как и географизированная, математизированная и т.д.) биоцентричная наука, но не биология. Для экологии характерен широкий, системный межотраслевой взгляд... Экология – это совокупность отраслей знания, исследующих взаимодействие между биологически значимыми отдельностями и между ними и окружающей средой". В учебном пособии В.В. Маврищева (2000)

экология определяется как "наука, изучающая отношения организмов между собой и окружающей средой, а также организацию и функционирование надорганизменных систем различного уровня: популяций, сообществ и экосистем, природных комплексов и биосферы". При всем многообразии существующих определений экологии, тем не менее основными понятиями в ней, на которых она базируется, являются: живые системы (организмы и их сообщества), взаимодействия и окружающая среда (среда обитания).

Таким образом, изначально экология – биологическая дисциплина, однако, современная экология является комплексной дисциплиной, выходящей за рамки биологической науки.

Из содержания экологии вытекают ее задачи, которые, прежде всего, заключаются в познании взаимосвязей между растениями, животными, грибами, микроорганизмами и средой их обитания, многообразия организации жизни на Земле, изучении функционирования надорганизменных систем различных уровней. В задачи экологии входит прогнозирование изменений природы под влиянием деятельности человека, научное обеспечение восстановления нарушенных природных систем. Конечная цель экологических исследований состоит в сохранении среды обитания человека.

Основными целями экологии как учебной дисциплины являются: ознакомить студентов с основными положениями экологии; дать представление о современной экологической ситуации и принципах экологического нормирования, обеспечивающих сохранение качества окружающей среды, охрану и воспроизводство природных ресурсов; расширить знания об экологических, экономических и социальных последствиях влияния хозяйственной деятельности на окружающую среду.

2 Связь экологии с другими науками.

Экология, как комплексная дисциплина, тесно связана с другими естественными и общественными науками, развивается на природоведческих условиях, вбирает новейшие достижения точных наук - математики, физики, химии, обогащая их, в свою очередь, представлениями о единстве, взаимосвязи живого и неживого. Экология тесно соприкасается с ландшафтоведением – отраслью физической географии, объектами исследования которой являются сложные природные и природноантропогенные образования. Взаимосвязь между физической географией и экологией нашла отражение в становлении геоэкологии (ландшафтной экологии, или

экологии ландшафтов). Экология связана и с природопользованием, служит научной основой рационального использования и охраны природных ресурсов. Современная экология анализирует природные условия (факторы) существования живых организмов, включая человека, и их изменения под влиянием разнообразных преобразующих или разрушающих антропогенных воздействий. Природопользование как область прикладной экологии изучает закономерности антропогенной динамики природных процессов в их сложной взаимосвязи, определяет значение этой динамики для человека, обосновывает рациональное использование природных ресурсов и разрабатывает способы сохранения и восстановления их количественных и качественных особенностей, важных для человека современного и для будущих поколений.

3 Разделы и направления экологии.

В экологии в соответствии с уровнями организации живого объективно выделяются разделы, изучающие органический мир на уровне особи (организма), популяции, вида, биоценоза, экосистемы (биогеоценоза) и биосферы. В последнее время в экологии принято выделять разделы в зависимости от конкретного биологического объекта (экология растений, экология животных, экология микроорганизмов), среды, местообитания организмов (экология суши, экология озера, моря, экология почвы, гидросферы), уровня организации живого. Одним из разделов экологии является экология человека. В экологии человека выделяют два важных направления. Одно связано с влиянием природной среды и ее компонентов на антропосистему (все структурные уровни человечества, все группы людей и индивидуумы), другое вытекает из необходимости изучать последствия антропогенной (антропогенной) деятельности.

Современная экология включает в себя следующие направления:

- общая (классическая) экология, изучающая взаимодействия биологических систем с окружающей средой;
- геоэкология (ландшафтная экология), исследующая экосистемы (геоэкосистемы) высоких уровней, до биосферного включительно; интересы геоэкологии сосредоточены на анализе структуры и функционирования ландшафтов (природных комплексов географического ранга), взаимоотношений их составных биотических и абиотических (неживых) компонентов, воздействия общества на природные составляющие.
- глобальная экология, изучающая общие законы функционирования биосферы как глобальной экологической системы;
- социальная экология, рассматривающая взаимоотношения в

системе "общество – природа";

- прикладная экология, изучающая механизмы воздействия человека на биосферу, способы предотвращения негативного воздействия и его последствий, разрабатывающая принципы рационального использования природных ресурсов. Она базируется на законах, правилах и принципах экологии и природопользования.

Лекция 2. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ ДЕЙСТВИЯ

1 Понятие о среде обитания и экологических факторах, закономерности их действия.

2 Закон минимума.

3 Закон толерантности, взаимодействие факторов.

1 Понятие о среде обитания и экологических факторах, закономерности их действия.

Понятия среда и условия существования организмов необходимо различать. Среда – это все, что окружает организм и прямо или косвенно влияет на его состояние, развитие, рост, выживаемость, размножение и т.д. Среда каждого организма складывается из множества элементов неорганической и органической природы и элементов, привносимых человеком, его деятельностью. При этом одни элементы могут быть необходимы организму, другие почти или полностью безразличны для него, третьи оказывают вредное воздействие. Среда обитания организма (организмов) представляет собой окружающую среду.

Условия существования, или условия жизни, – это совокупность необходимых для организма элементов среды, с которыми он находится в неразрывном единстве и без которых существовать не может. Организмом является любое живое существо, обладающее совокупностью основных жизненных свойств.

Компоненты природной среды, влияющие на состояние и свойства организма, популяции, природного сообщества, называют экологическими факторами. Иногда дают более простое определение, понимая под экологическими факторами элементы среды обитания, которые способны оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы. Широта экологической амплитуды по отношению к разным факторам бывает различной. Например, растения могут быть приурочены к узкому диапазону температур, но к широкому диапазону солености. Влияние экологических факторов на живой организм весьма многообразно, однако их действие подчиняется

определенным закономерностям. Экологические возможности организмов зависят, прежде всего, от наследственных особенностей. Существенное значение в воздействии экологических факторов на организмы имеет и их интенсивность. Для каждого экологического фактора существует благоприятная интенсивность воздействия, называемая зоной оптимума. При такой интенсивности действия фактора наблюдаются наилучшие условия для жизнедеятельности организмов. Хорошо известны, например, оптимальные температуры цветения, плодоношения, прорастания, икротетания, размножения многих видов. В зависимости от того, какой уровень оптимума наиболее приемлем для видов, среди них различают тепло- и холодолюбивые, влаго- и сухолюбивые, приспособленные к высокой или низкой солености. Чем больше доза фактора отклоняется от оптимальной для данного вида величины, тем сильнее угнетается его жизнедеятельность. Интенсивность экологического фактора, дающая наихудший эффект, приходится на зону угнетения (пессимума). В этом случае организм еще может существовать. Вместе с тем, есть крайние границы его существования, действия того или иного фактора (минимум и максимум). Минимальное и максимальное значения какого-либо фактора – это крайние точки, за пределами которых существование организмов невозможно (рис. 1).

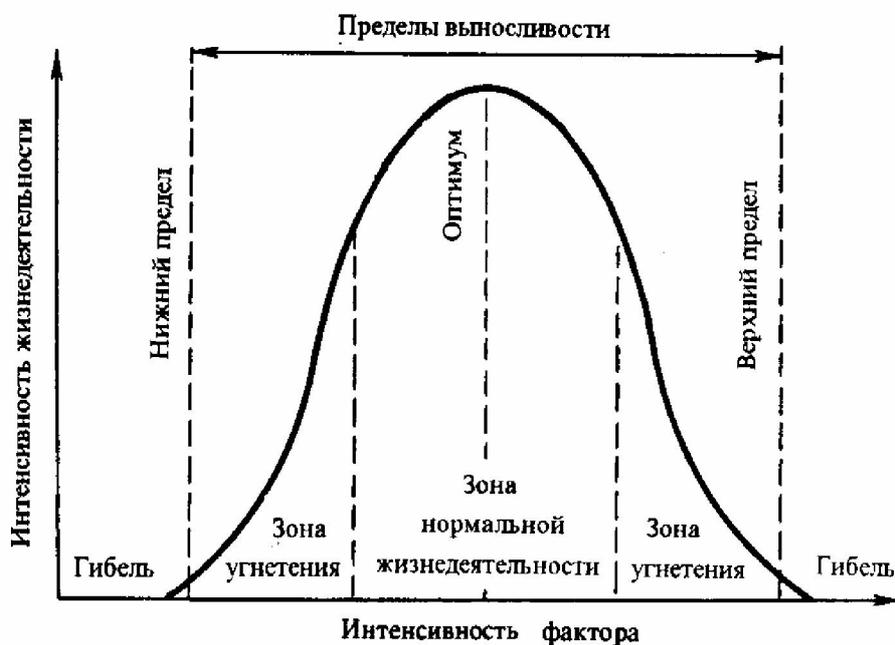


РИС. 1. СХЕМА ДЕЙСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Оптимальной температурой развития личинок комнатной мухи является $+36^{\circ}\text{C}$, понижение и повышение температуры влияет на

развитие, жизнедеятельность - при температуре +16°C развитие практически прекращается, а при температуре свыше 43°C личинки и куколки мухи погибают. Если какой-либо из факторов, составляющих условия существования, имеет пессимальное (угнетающее) значение, то он ограничивает действие остальных факторов (сколько бы благоприятны они ни были) и определяет конечный результат действия среды на организмы. Так, распространение многих видов на север ограничивает недостаток тепла, а на юг - недостаток влаги, и эти факторы являются ограничивающими. Изменить конечный результат можно воздействуя только на ограничивающий фактор.

2 Закон минимума.

Существование каждого вида ограничивается тем из факторов, который наиболее отклоняется от оптимума. "Закон ограничивающего фактора" был вначале сформулирован немецким агрохимиком, одним из основоположников агрохимии Юстусом Либихом в 1840 году. Ю. Либих изучал влияние разнообразных факторов на рост растений и установил, что урожай зерна часто лимитируется не теми питательными веществами, которые требуются в больших количествах, например, как двуокись углерода и вода, а теми, которые требуются в малых количествах (например, бор), но которых и мало в почве. Ю. Либих выдвинул принцип: «Веществом, находящимся в минимуме, управляется урожай». Этот принцип получил широкую известность как закон минимума Ю. Либиха. Согласно этому закону относительное действие отдельного экологического фактора тем сильнее, чем больше он находится по сравнению с другими факторами в минимуме. Закон Ю. Либиха показывает на один из аспектов зависимости организмов от среды, он строго применим в условиях стационарного состояния системы. Если условия среды будут изменяться, то тот или иной процесс также изменится, и будет зависеть от других факторов.

3 Закон толерантности, взаимодействие факторов.

Изучая различное лимитирующее действие экологических факторов (таких как свет, тепло, вода) американский зоолог Виктор Эрнест Шелфорд (1877 – 1968), пришел к выводу, что лимитирующим фактором может быть не только недостаток, но и избыток факторов. В экологию такое положение вошло как закон толерантности В. Шелфорда, сформулированного им в 1913 году. Он гласит: "лимитирующим фактором, ограничивающим развитие организма, может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия". Под ограничивающим фактором понимают фактор,

уровень которого в качественном и количественном отношении (недостаток или избыток) оказывается близким к пределам выносливости данного организма. Пределами выносливости называют минимальное и максимальное значение фактора, при котором возможна жизнедеятельность. Границы, за пределами которых наступает гибель организмов, являются нижними и верхними границами выносливости. Многочисленные примеры действия ограничивающих факторов показывают, что это явление имеет общее экологическое значение. Одним из примеров действия ограничивающего фактора в природе является угнетение травянистых растений, лиственных древесных пород под пологом ели, где возможности развития ограничены недостатком света. Способность организмов выносить отклонения экологических факторов от оптимальных величин их интенсивности называется толерантностью (от латинского – терпение). Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности (выносливости) в отношении одного фактора и узкий диапазон в отношении другого. Если условия по одному из экологических факторов не оптимальны для вида, то может сузиться и диапазон толерантности к другим экологическим факторам. Например, при лимитирующем содержании азота снижается засухоустойчивость злаков; при низком содержании азота для предотвращения увядания растений требуется больше воды, чем при высоком его содержании. Многие факторы среды часто становятся лимитирующими в период размножения, который является обычно критическим для выживания организмов. Пределы толерантности для размножающихся особей обычно уже, чем для не размножающихся взрослых растений или животных. Они также уже для яиц, эмбрионов, личинок, проростков. Чтобы выразить степень выносливости, в экологии существует ряд терминов, в которых используют приставки стено- (узкий) и эври- (широкий). Так, есть стенотермный - эвритермный (в отношении температуры), стенофагный - эврифагный (в отношении пищи), стенобатный – эврибатный (в отношении давления) организмы.

Виды, которые выдерживают значительные отклонения от оптимальных значений разных факторов, обладают широким диапазоном выносливости и живут в различных, порой резко отличающихся друг от друга условиях среды, называются эврибионтными. Такие виды являются широко распространенными. Например, лисица относится к эврибионтным организмам, так как она обитает от лесотундры до степи, питаясь и животной, и растительной пищей. Но есть организмы стенобионтные, узко приспособленные, не

переносящие резких колебаний температуры, влажности и т.д. Бегемот и буйвол - животные только районов высокой влажности и температуры. Таковы почти все растения влажных тропических лесов. Икра гольца развивается при температуре 0-12°C с оптимумом около 4°C, а икра лягушки развивается при температуре 0 - 30°C с оптимумом около 22°C. Значит, в первом случае можно говорить о стенотермности, а во втором случае – об эвритермности. Как видно, для каждого организма и в целом для вида есть свой оптимум условий. Он неодинаков не только для разных видов, находящихся в различных условиях, но и для отдельных стадий развития одного организма. Для каждого вида характерна и степень выносливости, например, растения и животные умеренного пояса могут существовать в довольно широком температурном диапазоне, виды же тропического климата не выдерживают значительных колебаний ее. Свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды обозначается понятием экологическая пластичность (экологическая валентность) вида. Чем шире диапазон колебаний экологического фактора, в пределах которого данный вид может существовать, тем больше его экологическая пластичность, тем шире диапазон его толерантности (выносливости). Экологически непластичные, то есть маловыносливые виды, являются стенобионтными, более выносливые – эврибионтными. Стенобионтность и эврибионтность характеризуют различные типы приспособления организмов к выживанию. Виды, длительно развивавшиеся в относительно стабильных условиях, утрачивают экологическую пластичность и вырабатывают черты стенобионтности, в то время как виды, существовавшие при значительных колебаниях факторов среды, приобретают повышенную экологическую пластичность и становятся эврибионтными, то есть видами с широким диапазоном толерантности (рис. 2).

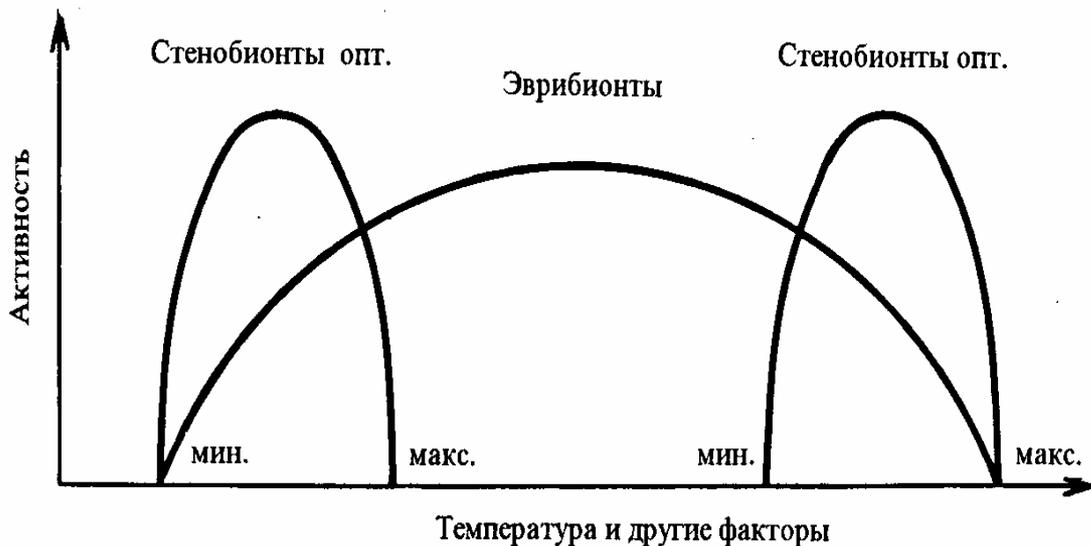


Рис. 2. Экологическая пластичность видов (Одум Ю., 1975)

Поскольку все факторы среды взаимосвязаны и среди них нет абсолютно безразличных для любого организма, каждая популяция и вид в целом реагируют на эти факторы, но воспринимают их по-разному. Такая избирательность обуславливает и избирательное отношение организмов к заселению той или иной территории. Различные виды организмов предъявляют неодинаковые требования к почвенным условиям, температуре, влажности, свету и т.д. Поэтому на разных почвах в разных климатических поясах произрастают различные растения. В свою очередь в растительных ассоциациях формируются неодинаковые условия для животных.

Исторически приспособляясь к абиотическим факторам среды и вступая в определенные биотические связи друг с другом, растения, животные, грибы, микроорганизмы распределяются по различным средам и формируют многообразные экосистемы (биогеоценозы), в конечном итоге объединяющиеся в биосферу Земли.

Факторы среды воздействуют на организмы одновременно и совместно, действие каждого из них зависит от количественного выражения других факторов. Значит, важным является взаимодействие факторов. В природной среде действие факторов на организм может суммироваться, взаимно усиливаться или компенсироваться. Примером простой суммации факторов являются одновременные чувства голода и жажды при недостатке пищи и воды. Высокая радиоактивность среды и одновременное содержание нитратного азота в питьевой воде, пище в несколько раз увеличивают угрозу здоровью человека, чем каждый из этих факторов в отдельности. Действуя совместно, взаимно усиливаясь, экологические

факторы могут вызывать явление синергизма. Следствием этого является снижение жизнеспособности организма (более подробно данное положение рассматривается в разделе по экологии атмосферы). В качестве примеров компенсации действия одного фактора другим можно привести следующие: утки, оставшиеся зимовать в умеренных широтах, недостаток тепла возмещают обильным питанием; бедность почвы во влажном экваториальном лесу компенсируется быстрым и эффективным круговоротом веществ; в местах, где много стронция, моллюски могут заменять в своих раковинах кальций стронцием. Однако, несмотря на частичную заменяемость экологических факторов, ни один из них не может быть полностью заменен другим. Каждый из экологических факторов является незаменимым. Так, недостаток тепла нельзя заменить обилием света, а минеральные элементы, необходимые для питания растений, - водой.

Таким образом, для жизни организма необходима совокупность экологических факторов, каждый из которых имеет определенную интенсивность. Факторы среды действуют на организмы совместно и одновременно. Присутствие и процветание организмов в том или ином местообитании зависят от целого комплекса условий. С этими объективно существующими в природе закономерностями специалисту любого профиля надо считаться. Человек, действуя на окружающую среду, создает в ней новые экологические факторы, действие которых может превысить возможности организмов поддерживать существование. Выявление лимитирующих (ограничивающих) факторов и устранение их ограничивающего действия или оптимизация среды для организмов составляет важную практическую задачу в рациональном использовании природных ресурсов.

ЛЕКЦИЯ 3. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

- 1 Абиотические факторы.
- 2 Биотические факторы.
- 3 Антропоические факторы.

1 Абиотические факторы.

Абиотические (от греч. – безжизненные) - это компоненты и явления неживой, неорганической природы, прямо или косвенно воздействующие на живые организмы. В соответствии с имеющейся

классификацией выделяют следующие абиотические факторы: климатические, эдафические (почвенные), орографические или топографические, гидрографические (водная среда), химические (таблица 1). Одними из важнейших абиотических факторов являются свет, температура, влажность. Свет. Солнечное излучение служит основным источником энергии для всех процессов, происходящих на Земле. В спектре солнечного излучения выделяют области, различные по биологическому действию: ультрафиолетовая, видимая и инфракрасная. Ультрафиолетовые лучи с длиной волны менее 0,290 мкм губительны для всего живого. Это излучение задерживается озоновым слоем атмосферы, и до поверхности Земли доходит лишь часть ультрафиолетовых лучей (0,300 - 0,400 мкм), в небольших дозах благотворно влияющих на организмы.

Таблица 1 - Классификация экологических факторов среды

Абиотические факторы	Биотические факторы	Антропогенные факторы²⁾
<p>Климатические: солнечная радиация, свет и световой режим, температура, влажность, атмосферные осадки, ветер, давление и др.</p> <p>Эдафические: механический и химический состав почвы, влагоемкость, водный, воздушный и тепловой режим почвы, уровень грунтовых вод и др.</p> <p>Орографические (топографические): рельеф (относится к косвенно действующим экологическим факторам, так как непосредственного влияния на жизнь организмов не оказывает); экспозиция (расположение</p>	<p>Фитогенные (влияние растений)</p> <p>Зоогенные (влияние животных)</p> <p>Также они подразделяются на: конкуренция, хищничество, паразитизм, симбиоз</p>	<p>Связаны с деятельностью человека</p>

<p>элементов рельефа по отношению к странам света и господствующим ветрам, приносящим влагу); высота над уровнем моря.</p> <p>Гидрографические: факторы водной среды.</p> <p>Химические: газовый состав атмосферы, солевой состав воды.</p>		
---	--	--

Видимые лучи имеют длину волны 0,400 - 0,750 мкм и на их долю приходится большая часть энергии солнечного излучения, достигающего земной поверхности. Эти лучи имеют особенно важное значение для жизни на Земле. Зеленые растения за счет энергии именно этой части солнечного спектра синтезируют органические вещества. Инфракрасные лучи с длиной волны более 0,750 мкм не воспринимаются глазом человека, но воспринимаются как тепло и являются важным источником внутренней энергии. Свет, значит, действует на организмы неоднозначно. С одной стороны, он является первичным источником энергии, без которого невозможна жизнь на Земле, с другой стороны, может оказывать негативное воздействие на организмы.

Одним из важнейших экологических факторов, незаменимым и универсальным фактором, является температура. Она определяет уровень активности организмов, влияет на обменные процессы, размножение, развитие, другие стороны их жизнедеятельности. От нее зависит распространение организмов. Следует отметить, что в зависимости от температуры тела, выделяют пойкилотермные и гомойотермные организмы. Пойкилотермные организмы (от греч. – различный и тепло) – это холоднокровные животные с непостоянной внутренней температурой тела, меняющейся в зависимости от температуры окружающей среды. К ним относятся все беспозвоночные, а из позвоночных – рыбы, земноводные и пресмыкающиеся. Их температура тела, как правило, выше температуры внешней среды на 1⁰-2⁰С или равна ей. При повышении или понижении температуры среды за пределы оптимальных величин эти организмы впадают в оцепенение или гибнут. Отсутствие совершенных терморегуляционных механизмов у пойкилотермных животных обусловлено относительно слабым развитием нервной

системы и низким уровнем обмена веществ по сравнению с гомойотермными организмами. Гомойотермные организмы – теплокровные животные, температура которых более или менее постоянна и, как правило, не зависит от температуры окружающей среды. К ним относятся млекопитающие и птицы, у которых постоянство температуры связано с более высоким по сравнению с пойкилотермными организмами уровнем обмена веществ. Кроме того, у них существует термоизоляционный слой (оперение, мех, жировой слой). Температура их относительно высокая: у млекопитающих она составляет 36° - 37° С, а у птиц в состоянии покоя – до 40° - 41° С.

К числу важных экологических факторов относится влажность (вода). Вода необходима для любой протоплазмы. С участием воды протекают все физиологические процессы. Живые организмы используют водные растворы (такие, как кровь и пищеварительные соки) для поддержания своих физиологических процессов. Она чаще других экологических факторов лимитирует рост и развитие растений. Вода с экологической точки зрения служит ограничивающим фактором как в наземных местообитаниях, так и в водных, где ее количество подвергнуто сильным колебаниям.

Как видно, каждый из перечисленных факторов играет большую роль в жизни организмов. Но совместное действие света, температуры, влажности также имеет важное значение для них. Атмосферные газы (кислород, углекислый газ, водород), биогенные элементы (фосфор, азот), кальций, сера, магний, медь, кобальт, железо, цинк, бор, кремний; течения и давление, соленость, другие экологические абиотические факторы оказывают влияние на организмы. Обобщенные данные по основным абиотическим факторам среды, ритмичности и сфере их действия представлены в таблице 2.

2 Биотические факторы.

Биотические – совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую среду обитания. Отношения между организмами, будучи чрезвычайно широко распространенными, очевидными и в некоторых случаях жизненно важными для человека, привлекали внимание наблюдателей и исследователей живой природы уже со времен античности. Так, выражая представление об универсальности хищничества в мире живого, Феокрит писал:

«За волком гонится львица,

Волк - за козой, а коза похотливая
тянется к дроку ...»

Научную основу изучения отношений в природных сообществах заложил Ч. Дарвин. Дальнейшее развитие этой области связано с именами Э. Геккеля, К. Мёбиуса, Ф. Клементса, В. Шелфорда, Ч. Элтона, Г.Ф. Морозова, В.Н. Сукачева, В.Н. Беклемишева, Г.А. Новикова и др. Биотические отношения являются многообразными. Тип взаимодействия между организмами, популяциями, видами может меняться в течение времени в связи с изменением, как их самих, так и экологической обстановки. Поэтому ни одна из классификаций биотических отношений не является всесторонней. Прежде всего, необходимо отметить наличие таких форм отношений как внутривидовые и межвидовые. Внутривидовые отношения включают всю совокупность самых разнообразных по содержанию, характеру и значению связей и зависимостей между организмами и группами организмов одного вида.

Межвидовые отношения возникают на иной основе, чем внутривидовые, и представляют собой иной тип отношений.

Таблица 2 - Основные абиотические факторы среды

Факторы	Ритмичность воздействия	Сфера воздействия
Свет	Суточный и сезонный ритмы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Развитие организмов (может как ускорять, так и тормозить) 2. Образование пигментов и витаминов (УФ – излучение) 3. Инактивация гормонов роста у растений (УФ – излучение) 4. Определяет ход и продуктивность фотосинтеза (видимое излучение) 5. Стимулирует размножение 6. Регулирует поведение 7. Влияет на цикличность биологических процессов (фотопериодизм) 8. Источник тепла (инфракрасное излучение)
Температура	Суточный и сезонный ритмы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Развитие организмов (может, как ускорять, так и тормозить) 2. Активность:

		<ul style="list-style-type: none"> а) пороговые и возбуждающие температуры; б) метаболическая активность; в) потребление пищи 3. Размножение 4. Термопериодизм как сигнальный фактор
Влажность	Суточный и сезонный ритмы	<ul style="list-style-type: none"> 1. Развитие организмов 2. Стимулирует размножение 3. Регулирует ход обменных процессов 4. Регулирует активность и другие поведенческие реакции
Давление	Аритмично	<ul style="list-style-type: none"> 1. Размножение (низкое постоянное давление приводит к мужскому бесплодию) 2. Регулирует активность
Ветер	Аритмично	<ul style="list-style-type: none"> 1. Регулирует транспирацию 2. Определяет форму растений 3. Перенос пыльцы (анемогамия) 4. Анемохория (распространение с помощью ветра) 5. Передача запахов 6. Определяет количество летающих форм

Основой для возникновения межвидовых отношений служат трофические связи. Одним из результатов межвидовых отношений является формирование различных приспособлений защитного характера. К приспособлениям, которые возникли на основе межвидовых отношений, можно отнести явление фагоцитоза, мимикрию, выделение фитонцидов, образование шипов, колючек, игл.

Одной из наиболее известных является классификация, по которой выделяют следующие основные типы биотических отношений: конкуренция, хищничество, паразитизм, симбиоз, нахлебничество (комменсализм), квартирантство (синойкия), нейтрализм и другие.

Конкуренция - это взаимоотношения, при которых организмы в борьбе за источники пищи или территорию воздействуют друг на друга отрицательно. Ее частными случаями являются: 1) конкуренция

(в узком смысле слова) за тот или иной ограниченный ресурс (соперничество); 2) непосредственная «борьба» между представителями разных видов (агрессия); 3) взаимное аллелопатическое ингибирование (антагонизм)*.

Изучение конкуренции показало, что она наиболее остра при одинаковых или сходных требованиях конкурирующих видов.

На этом основаны многочисленные случаи вытеснения одного вида другим, наблюдаемые в природе. Так, рыжий таракан вытесняет черного, узкопалый рак - широкопалого, серая крыса - черную. Еще более жесткими, как отмечал Ч. Дарвин, являются отношения между особями, популяциями одного вида, потому что особи одного вида живут в сходных условиях, нуждаются в одинаковой пище и подвергаются одним и тем же опасностям.

В середине 30-х годов русский ученый Г.Ф. Гаузе (1910 – 1986) выполнил цикл работ по лабораторному воспроизведению явления межвидовой конкуренции. Исследованиями Г.Ф. Гаузе на простейших (опыты с инфузориями) установлено, что при содержании двух видов на ограниченном питании через некоторое время остается только один вид, то есть два вида не могут существовать на одной территории (занимать одну и ту же экологическую нишу), если их экологические потребности идентичны. Исследованиями Г.Ф. Гаузе впервые экспериментально была доказана возможность реализации разных вариантов конкурентных взаимодействий между видами. Работы по изучению конкуренции в лабораторных и природных условиях имели исключительно важное значение для развития экологии.

Хищничество - это такая форма межвидовых отношений, при которой один вид живет за счет другого - добывает и поедает свою жертву. Хищничество может быть специализированным, когда тот или иной вид хищного животного питается строго определенной добычей. Например, скопа питается только рыбой. Нередки и многоядные хищники (волк).

С середины 60-х годов XX века на базе современной вычислительной техники стали проводиться весьма значительные исследования по изучению хищничества, появились обобщения, в основе которых лежат широкие представления об этом типе биотических отношений. Можно привести следующую функциональную классификацию хищников:

- истинные хищники, убивающие свою жертву сразу после нападения на нее и в большинстве случаев поедающие жертву целиком. Это львы, орлы, божьи коровки, киты и многие другие;

- хищники с пастбищным типом питания. Это крупные травоядные млекопитающие – зебры, антилопы, козы, овцы, крупный рогатый скот. Как правило, они используют только часть своей жертвы;

- паразиты – хищники, также поедающие только часть жертвы, но нападающие в течение жизни только на одну особь или на очень малое их количество. Это различные ленточные черви, вирусы, ржавчинные грибы, тли;

- паразитоиды – насекомые, откладывающие яйца либо в тело других насекомых (на ранних стадиях развития последних), либо на его поверхность. Личинки паразитоидов, вылупившиеся из яиц, развиваются внутри или на теле хозяина, который обычно не достиг взрослого состояния. Паразитоид вызывает неизбежную гибель хозяина, так как по мере своего развития личинка паразитоида целиком съедает его.

Паразитизм - взаимоотношения, при которых один вид (паразит) живет за счет другого (хозяина), поселяясь на его поверхности или внутри его тела. Соответственно паразиты подразделяются на эктопаразитов (клещи, вши, блохи, пиявки) и эндопаразитов (многие простейшие, гельминты, др.). Паразит не убивает своего хозяина, питается за его счет длительное время. Часто в одном хозяине живут совместно многие паразиты. Паразитизм может быть постоянным или временным.

Симбиоз (от греч. – совместная жизнь, сожительство) - в последнее время понимается широко, как различные формы существования разноименных организмов. Различается несколько типов симбиоза: мутуализм, комменсализм, паразитизм и множество переходных форм между ними (Радкевич, 1997). Симбиоз (мутуализм) - сожительство разных видов, выгодное для обоих партнеров. Классический пример этого типа - сожительство актиний и раков-отшельников. Другой пример - симбиоз муравьев с тлями. Муравьи выступают в роли защитников своих кормильцев - тлей, производителей сахаристых выделений, которыми лакомятся муравьи. В кишечнике всех млекопитающих, включая человека, имеются кишечные бактерии, способствующие перевариванию пищи. Широко распространенным является симбиоз клубеньковых бактерий и бобовых (рис. 3).

ОО (нейтрализм). Основными типами отношений являются положительные и отрицательные. В ходе эволюции и развития экосистем существует тенденция к уменьшению роли отрицательных взаимодействий за счет положительных, увеличивающих выживание взаимодействующих видов (например, альтруизм в эволюции

человека).

Разные биотические отношения, прежде всего, конкуренция, хищничество, паразитизм лежат в основе сложной биологической системы, функционирующей как единое целое. При этом конкурент или хищник и его жертва, паразит и его хозяин являются мощными факторами воздействия друг на друга. В результате их эволюция благодаря многообразным коррелятивным отношениям приобретает характер автоматически регулируемого процесса.

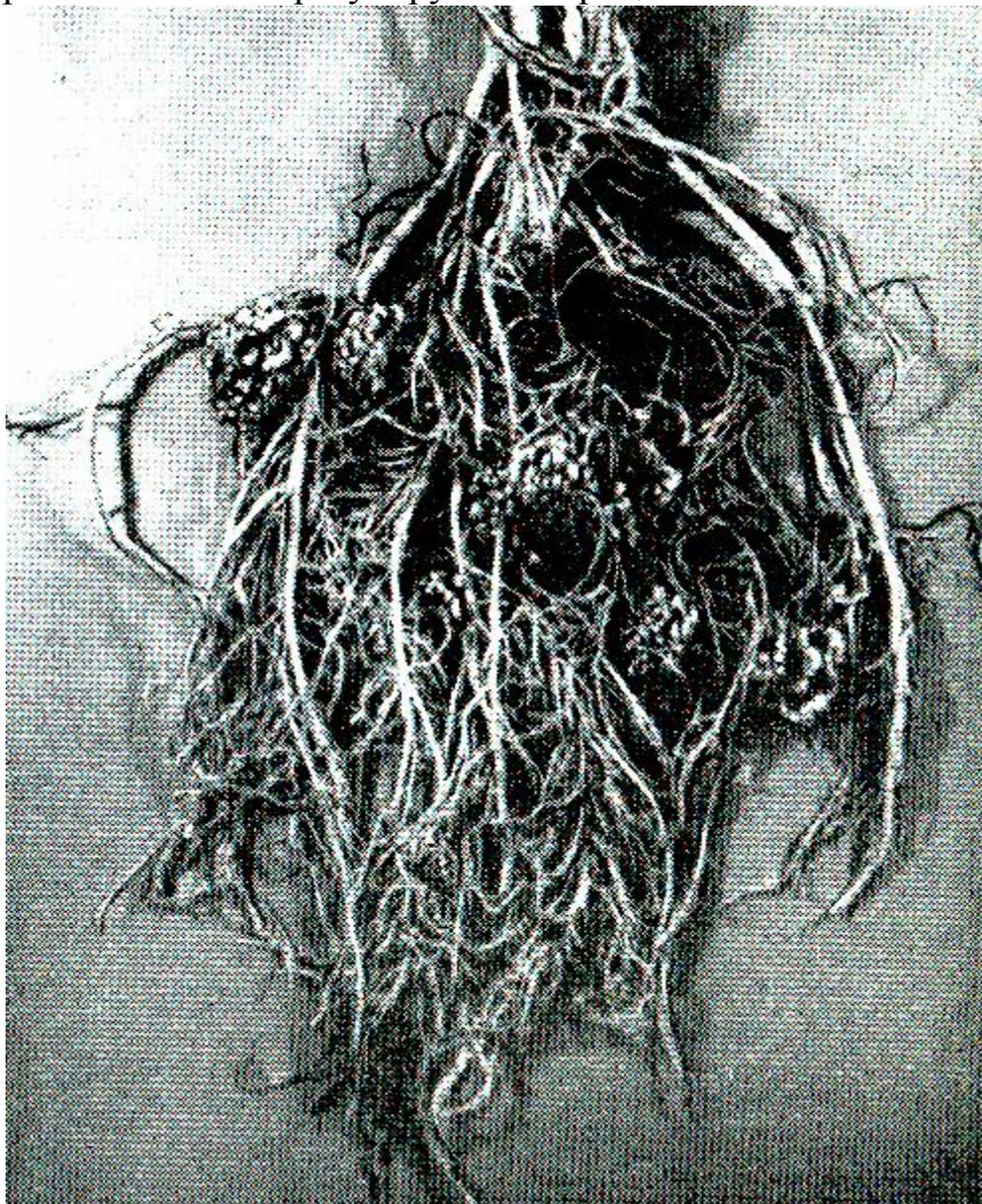


Рис. 3. Корневая система полевого гороха с гроздьями клубеньков, в которых живут симбиотические азотфиксирующие бактерии (Р. Риклефс, 1979)

Значение биотических факторов, биотических отношений в

природе велико. Существование каждого вида поддерживается благодаря сбалансированности и гармоничности внутривидовых отношений. Основная экологическая роль межвидовых отношений – хищничества, паразитизма и других вариантов пищевых связей сообщества заключается в том, что, последовательно питаясь, друг другом, живые организмы создают условия для круговорота веществ, без которого невозможна жизнь. Не менее важная роль этих отношений заключается во взаимной регуляции численности видов. Одним из результатов межвидовых отношений является формирование различных приспособлений защитного характера.

Таким образом, биотические отношения являются одним из важнейших механизмов формирования видового состава сообществ, пространственного распределения видов, регуляции их численности, имеют значение для процесса эволюции.

3 Антропоические факторы.

Антропоические (антропогенные) факторы - вся разнообразная деятельность человека, которая приводит к изменению природы, как среды обитания всех живых организмов, или непосредственно сказывается на их жизни. Воздействие человека на окружающую среду сейчас имеет глобальный характер и сравнимо с геологическими силами. В результате его деятельности возникают новые и изменяются сложившиеся в природе пути миграции веществ, появляются новые вещества, ранее не существовавшие в природе, происходит накопление одних и снижение концентрации других химических элементов и т.д. Глубокое изучение антропоических воздействий на природу служит условием предотвращения дисбаланса в природном круговороте веществ, что необходимо для сохранения среды жизни человека.

Оценка действия антропоических факторов связана, прежде всего, с тем, какие изменения они вызывают в природе, и эти положения подробно рассматриваются в курсе. Антропоические факторы в зависимости от направления воздействия можно разделить на три большие группы: 1) изменение численности организмов; 2) переселение организмов (целенаправленное или случайное); 3) изменение среды обитания организмов.

Преобразующая деятельность человека, приняв глобальные масштабы, сделала антропоические факторы ведущими в эволюции биосферы.

ЛЕКЦИЯ 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ

- 1 Понятие о биологических ритмах.
- 2 Связь с абиотическими и биотическими экологическими факторами.

1 Понятие о биологических ритмах.

Рассмотренные абиотические факторы имеют важную особенность: ритмическую сезонную и суточную изменчивость. Повторяемость во времени явлений и событий, происходящих в природе, получила название природных ритмов (В.А. Вронский, 1997). Ритмы свойственны и живым организмам. В 1928 г. академик А.А. Богомолец отмечал, что ритмы жизненных процессов по своим параметрам соответствуют природным циклам. Вслед за природными ритмами ритмично протекают все жизненные процессы в организме. Цикличность большинства процессов, происходящих в живой природе, является одним из фундаментальных ее свойств. У растений и животных в результате длительного естественного отбора развились определенные анатомо-морфологические, физиологические, биохимические и другие специфические признаки и свойства, позволившие им приспособиться к той или иной среде. У каждого вида выработался характерный для него годичный цикл с определенной последовательностью и длительностью периодов интенсивного роста и развития, размножения, подготовки к зиме и зимовке. Совпадение той или иной фазы жизненного цикла со временем года, к условиям которого она приспособлена, имеет решающее значение для существования вида. Если, например, у особи морозостойкие покоящиеся стадии не сформируются к зиме, она неизбежно погибнет. Поэтому в процессе исторического развития циклические явления, происходящие в природе, были восприняты и усвоены живой материей как надежная информация и у организмов выработалось свойство периодически изменять свое физиологическое состояние. Периодические колебания интенсивности и характера биологических процессов и явлений называются биологическими ритмами, или биоритмами (В.А. Радкевич 1997). Примером биоритмов являются биоритмы растений, связанные с сезонными изменениями климатических факторов в окрестностях Минска (рис. 4).

2 Связь с абиотическими и биотическими экологическими факторами.

Главная роль в регуляции суточной и сезонной активности у

растений и животных принадлежит изменениям в продолжительности дня и ночи, светового периода суток, или фотопериоду. Реакцию живых организмов на суточный ритм освещения, соотношение длительности дня и ночи называют фотопериодизмом. Например, растения южного происхождения (георгины, хризантемы) для цветения нуждаются в коротком дне, и поэтому зацветают у нас лишь в конце лета. Ритм дня и ночи выступает как сигнал предстоящих изменений климатических факторов, обладающих сильным воздействием на организм. Фотопериод представляет собой пусковой механизм, включающий последовательность физиологических процессов, приводящий к росту и цветению у многих растений, линьке и накоплению жира, миграции и размножению у птиц и млекопитающих, наступлению стадии покоя (диапаузы) у насекомых, других животных.

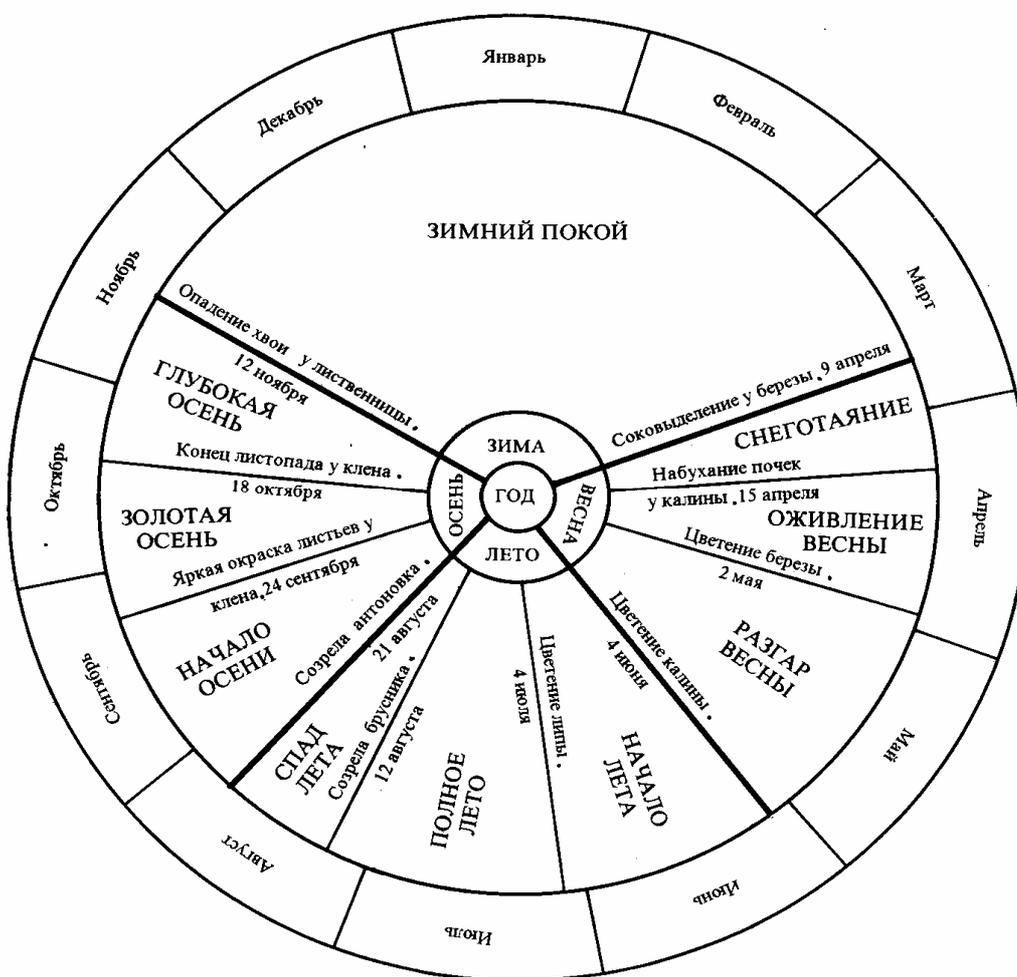


Рис. 4. Сезонные изменения климатических факторов и биоритмы растений в окрестностях Минска (В.А. Радкевич, 1997: по А.Х. Шкляру, 1967)

В общем, фотопериод служит сигнальным фактором,

определяющим направление всех биологических процессов. Фотопериодизм растений и животных – наследственно закрепленное, генетически обусловленное свойство. Он имеет большое приспособительное значение.

Для подготовки к переживанию неблагоприятных условий или, наоборот, к наиболее интенсивной жизнедеятельности, требуется довольно значительное время. Способность организмов реагировать на изменение длины дня обеспечивает заблаговременные физиологические перестройки и пригнанность сезонного цикла к сменам условий.

Для практических целей длину светового дня изменяют при выращивании культур в закрытом грунте; управляя продолжительностью освещения, регулируют размножение пушных зверей. В связи с тем, что у большинства птиц весенние удлиняющиеся дни вызывают активную деятельность половых желез, создание искусственного освещения в птичниках позволяет значительно повысить яйценоскость домашней птицы.

Фотопериодизм у организмов, их годовой цикл физиологических процессов, сезонные ритмы тесно связаны с годовым изменением температуры.

Природные ритмы для любого организма можно разделить на внешние (циклические изменения в окружающей среде) и внутренние (связанные с его собственной жизнедеятельностью). Основные **внешние ритмы** имеют геофизическую природу, так как связаны с вращением Земли вокруг своей оси и Солнца, а также вращения Луны относительно Земли. Под влиянием этого вращения множество экологических факторов на нашей планете, в особенности световой режим, температура, давление и влажность воздуха, атмосферное электромагнитное поле, океанические приливы и отливы и др., закономерно изменяются. Кроме того, на живую природу воздействуют и такие ритмы, как периодические изменения солнечной активности. Для Солнца характерен 11-летний и ряд других циклов. Кроме циклического воздействия абиотических факторов, внешними ритмами для любого организма являются также закономерные изменения активности и поведения других живых существ. **Внутренние ритмы** – это прежде всего физиологические ритмы организма. Ни один физиологический процесс не осуществляется непрерывно. Ритмичность обнаружена в процессах синтеза ДНК и РНК в клетках, в сборке белков, в работе ферментов, деятельности митохондрий. Определенному ритму подчиняются деление клеток, сокращение мышц, работа желез внутренней

секреции, биение сердца, дыхание, возбудимость нервной системы, то есть работа всех клеток, органов и тканей организма. Все внутренние ритмы организма соподчинены, интегрированы в целостную систему и в конечном итоге выступают как общая периодичность поведения организма. Благодаря биоритмам самые важные биологические функции организма, такие, как питание, рост, размножение, совпадают с наиболее благоприятным для этого временем суток или года.

Лекция 5. УЧЕНИЕ О ПОПУЛЯЦИЯХ

1 Понятие о популяции, популяция как структурная единица вида, элемент биоценоза.

2 Экологические характеристики популяции.

3 Динамика популяций, регуляция численности популяций.

1 Понятие о популяции, популяция как структурная единица вида, элемент биоценоза.

Для глубокого понимания взаимодействия организмов с окружающей средой, их эволюции и места в биосфере, а также для решения ряда практических вопросов, связанных с освоением человеком живой природы, понятие популяции оказывается чрезвычайно важным.

Особи большинства видов распределены в рамках своего видового ареала неравномерно. Число особей данного вида, приходящееся на единицу площади (или единицу объема) в пределах видового ареала, обычно варьирует. Участки с относительно высокой плотностью (или встречаемостью, численностью) особей чередуются с участками низкой плотности (встречаемости, численности). Такие плотности населения каждого вида при выполнении некоторых условий являются популяциями. Значит, вид представляет собой совокупность популяций, а популяция является структурной единицей вида. Вместе с тем, популяция может существовать в регионе при наличии подходящего климата, питательных веществ и источника энергии,

входя в состав пищевой сети, характерной для этой области экосистемы, то есть она является и основным биотическим элементом экосистемы.

Существует несколько вариантов определения популяции. Популяцией называется совокупность особей одного вида в течение продолжительного времени населяющих определенную территорию или акваторию, связанных той или иной степенью свободного скрещивания и достаточно изолированных от других таких же совокупностей. Как следует из приведенного определения популяции, оно включает следующие особенности, присущие ей:

1. Существование на протяжении большого числа поколений, что отличает популяцию от кратковременных неустойчивых объединений особей.

2. Наличие определенной степени свободного скрещивания особей. Именно эта особенность популяции обеспечивает ее единство как эволюционной структуры.

3. Степень свободного скрещивания внутри популяции выше, чем между разными (пусть даже соседними) популяциями.

4. Определенная степень изоляции популяций друг от друга.

Причины, заставляющие особей популяции группироваться в пределах ограниченных участков, чрезвычайно многочисленны и разнообразны, но главная из них состоит в неравномерности распределения экологических условий в географическом пространстве и в сходстве требований к этим условиям у организмов одного вида.

2 Экологические характеристики популяции.

Каждая популяция имеет ряд признаков, формирующих ее структуру и отсутствующих у отдельных ее особей, обладает, таким образом, групповыми свойствами. Популяции имеют определенные экологические характеристики. К ним относятся: статические - пространство (ареал, местообитания), занимаемые популяциями; возрастной и половой состав, плотность, численность и биомасса популяции; динамические характеристики - рождаемость, скорость роста, смертность, миграция.

Возрастной состав популяции представляет собой соотношение особей разных возрастов. Выделяют три экологических возраста: пререпродуктивный, репродуктивный и пострепродуктивный. Длительность каждого из них варьирует в связи с продолжительностью жизни особей. В стабильных популяциях соотношение старых и интенсивно размножающихся молодых особей

равно 1:1. Половой состав популяции – это соотношение особей разных полов. У многих организмов это соотношение равно 1:1, что обеспечивается генетическими механизмами определения пола.

Плотность популяции - это количество организмов (особей) на единицу площади или объема среды. Численностью является общее количество особей популяции вида на какой-либо территории (например, число особей в лесу, почве, в воде и т.д.). Число особей, входящих в состав популяции, могут сильно варьировать у разных организмов. Обычно численность популяций мелких организмов (например, одноклеточных) может достигать миллионов особей, а численность популяций крупных животных сравнительно невелика и составляет лишь несколько сотен особей. Однако нужно подчеркнуть в связи с проблемой сохранения на планете исчезающих и редких видов, что популяции с малым числом особей неустойчивы и могут исчезнуть при каких-то изменениях условий обитания. В популяционной генетике есть такое понятие как эффективная численность популяции. По современным представлениям, если эффективная численность падает ниже примерно 500 особей в пределах экосистемы (биогеоценоза), то у популяции резко возрастают шансы исчезнуть вследствие генетического вырождения и снижения жизнеспособности особей. Играть также роль случайные причины (пожар, наводнение), которые могут настолько сократить численность популяции, что рождаемость перестанет покрывать убыль.

С плотностью, численностью популяции неразрывно связана биомасса - это выраженное в единицах массы или энергии количество живого вещества тех или иных организмов, приходящееся на единицу площади или объема. Биомасса популяции является важнейшей ее характеристикой, поскольку в конечном счете именно биомассу полезных видов растений и животных человек потребляет в сельском хозяйстве, рыболовстве, охотничьем промысле и т.д. Поэтому как для организмов, так и для практических нужд человека, крайне важной оказывается скорость образования биомассы.

3 Динамика популяций, регуляция численности популяций.

Численность и биомасса популяций обычно подвержены большим колебаниям во времени. Изменение численности, биомассы организмов во времени называют динамикой популяций. Существуют два основных типа динамики численности - периодическая и непериодическая. Периодические колебания происходят главным образом под влиянием закономерно изменяющихся факторов среды.

У некоторых видов млекопитающих, птиц, рыб, насекомых наблюдаются четкие периодические изменения численности, то есть ее вспышки чередуются со спадами. Однако численность особей в популяциях может колебаться во времени без определенной периодичности. Большое влияние на популяции, такие их свойства как продолжительность жизни особей, плодовитость, которые определяют численность, оказывают температура, освещенность, влажность. Действие многих факторов становится более жестким с увеличением плотности популяций: это - трофические условия, в том числе обостряющиеся конкуренция, хищничество; паразитизм, заболеваемость. Почти всегда вызывают изменения численности популяций антропоические воздействия: в сельском и лесном хозяйствах, при рыболовстве и других видах промысла, при разрушении местообитаний человек способствует уменьшению их численности; при охране каких-то видов, наоборот, их численность возрастает. Эти колебания ("волны жизни") вызываются, таким образом, многими воздействиями со стороны как живой, так и неживой природы.

Динамика численности популяций складывается при взаимодействии основных популяционно-динамических процессов: 1) рождаемости, 2) смертности, 3) скорости роста, 4) иммиграции новых особей из других популяций, 5) эмиграции некоторых особей за пределы ареала данной популяции.

Рождаемость характеризует частоту появления новых особей. Под рождаемостью понимают количество особей (яиц, семян, эмбрионов), производимых в единицу времени в расчете на одну самку. Ближкое к приведенному определение приводится А.М. Гиляровым : "рождаемость определяют как число особей (яиц, семян и т.д.), родившихся (отложенных, продуцированных) в популяции за некоторой промежуток времени". Различают максимальную (абсолютную, физиологическую, предельно-возможную) рождаемость и реализуемую (экологическую) рождаемость, или просто рождаемость.

Максимальная рождаемость - это образование теоретически максимально возможного количества новых особей в идеальных условиях, когда отсутствуют лимитирующие факторы и размножение ограничивается лишь физиологическими факторами. У каждой данной популяции эта величина постоянная, она характеризует динамическую, эволюционно приобретенную силу вида. Реализуемая рождаемость - это увеличение популяции за счет появления на свет новых особей при фактических, реальных условиях среды. Данная

величина может варьировать в зависимости от физических, химических и прочих условий среды.

Показатель смертности характеризует гибель особей в популяциях. По определению, смертность - это количество особей, умирающих в единицу времени в расчете на особь в популяции. Учитываются все погибшие особи независимо от причины смертности (старость, элиминация хищниками, болезнями и т.д.) Существует некая теоретическая максимальная смертность - постоянная величина, которая характеризует гибель особей в идеальных условиях, когда популяция не подвергается воздействию лимитирующих факторов. Практически более важна реализуемая (экологическая) смертность, т.е. величина, которая подобно экологической рождаемости, зависит от реальных условий биотической и абиотической среды.

Представляет интерес величина, связанная со смертностью, обратная ей - выживаемость, т.е. число или доля выживших особей.

Разность между рождаемостью и смертностью есть некий результирующий параметр, который определяет реальную динамику численности у данной популяции. Популяция может находиться в состоянии динамического равновесия, если естественная убыль особей равна их возобновлению. Существенно то, что антропогенные воздействия на популяцию могут изменять как рождаемость, так и смертность (например, увеличивать смертность особей данного вида).

Величина прироста популяции за единицу времени в расчете на одну особь представляет скорость роста популяции. По мере роста популяции происходит снижение доступных каждой особи ресурсов среды. При истощении ресурсов рост популяции тормозится и в конце концов прекращается. Популяции разных видов обладают удивительной способностью к быстрому росту численности. Этот вопрос рассматривали Аристотель (4 в. до н.э.), Макиавелли (около 1525 г.), позднее Бюффон (1751 г.). Ч. Дарвин обратил внимание на многочисленные случаи поразительно быстрого размножения некоторых животных в природном состоянии, когда условия особенно благоприятствовали. Он распространил идею геометрического роста, когда численность популяции растет в геометрической прогрессии (в этом случае график увеличения числа особей в ряде поколений представляет собой экспоненциальную, или логарифмическую, кривую) на все виды животных и растений, положив постулат о высоком репродуктивном потенциале видов в основу своей теории естественного отбора.

Заслуживает внимания рост народонаселения в глобальном масштабе. В ранние исторические времена прирост населения за

поколение (20 лет) составлял 1,2 %, в XVII в. он повысился до 7,2 %, к 1930 г. достиг 36 %, причем в наше время нет признаков того, что кривая роста приближается к какому-то уровню насыщения. Поскольку с увеличением числа людей на нашей планете также увеличивается потребление продуктов питания, использование естественных источников сырья, загрязнение среды обитания и т. д., все изменения в динамике численности человечества обуславливают вышеназванные явления. Ограничение роста населения является важным шансом выживания человечества (Г. А. Галковская, 2001).

Кроме рассмотренных характеристик - рождаемости, смертности, скорости роста на величину популяцию влияют эмиграция, иммиграция и общая миграция.

Миграция - это особый случай перемещения особей, когда почти вся популяция на время уходит из определенного района. Сезонные или суточные миграции позволяют организмам использовать оптимальные условия среды в таких местах, где они не могли бы жить постоянно. Перебираясь с места на место вслед за перемещением оптимальных условий, такие виды могут сохранять высокую активность, поддерживать большую плотность популяции и в те периоды, когда немигрирующие виды переходят в неактивное состояние (в состоянии диапаузы или зимней спячки).

В динамике численности популяций большую роль играют межвидовые отношения, что издавна вызывало у экологов большой интерес и способствовало разработке теорий взаимоотношений конкурирующих видов, хищника и жертвы, паразита и хозяина. Широкую известность получили работы А. Лотки (1923, 1925 гг.) и В. Вольтерры (1926 г.). Вольтерра проанализировал взаимоотношения между конкурирующими видами, разработал математическую модель в системе жертва - хищник. Пользуясь уравнениями, предложенными Вольтеррой, можно определять условия, при которых устанавливается равновесие между плотностями популяций жертвы и хищника, то есть система жертва - хищник становится стабильной. Лотка предложила математическую модель взаимодействия животных в системе паразит - хозяин, показал, что истребление особей хозяина паразитами является функцией численности не только паразитов, но и хозяев. Лотка сделала заключение, что той или иной численности хозяина соответствует определенная численность паразита. По мере возрастания плотности популяции хозяина увеличивается плотность популяции паразита. Повышение же численности паразита приводит к снижению численности хозяина, а последнее опять снижает количество паразитов. И так волна за

волной происходят периодические колебания численности популяций хозяина и паразита с небольшими отклонениями от какого-то оптимального уровня. Здесь действует динамическая саморегулирующаяся система. Модель взаимодействия популяций в системе паразит - хозяин соответствует модели взаимодействия хищника и его жертвы. Уравнения, предложенные Лоткой и Вольтеррой можно использовать для моделирования взаимоотношений в указанных системах, определять, какой должна быть плотность каждой популяции, чтобы другая не имела возможности увеличивать свою численность.

Изучение хищничества, паразитизма как факторов, регулирующих численность популяций, влияющих на их величину, показывает, что отрицательное влияние хищников, паразитов обычно не велико, если оба вида - хищник и его жертва, хозяин и паразит - существуют совместно уже на протяжении длительного времени. Известно много ярких примеров, касающихся паразитизма. Так, у коренных жителей Африки выработался относительный иммунитет к малярии, и это обеспечивает выживание как паразита - малярийного плазмодия, так и хозяина - человека. Трипаносома, вызывающая сонную болезнь у человека, живет в крови своих основных хозяев - крупных травоядных животных, не причиняя им вреда. Заражение человека лентецами в обычных условиях не приводит к смерти. Однако в любом из этих случаев установившееся тонкое равновесие может быть нарушено в результате каких-то изменений в экосистеме или иных событий. Серьезные последствия возникают, в частности, когда хищник и жертва (или паразит и хозяин) встречаются друг с другом впервые. Если экосистема, в которую они входят, будет выведена из равновесия, хищники и паразиты могут вызвать резкие изменения численности популяции.

В природе действуют другие факторы, влияющие на динамику численности популяций. Связано это со следующими причинами. Для некоторых видов решающее значение имеют физические факторы. Численность особей в популяциях могут лимитировать такие факторы, как нехватка природных ресурсов (например, пищи или мест, пригодных для размножения), недоступность этих ресурсов и недостаток времени для размножения (короткий влажный сезон, короткий день, например в Арктике).

У крупных организмов, жизненные циклы которых довольно продолжительны, размеры популяций определяются не столько физической средой, сколько взаимодействием между отдельными особями или взаимоотношениями их с конкурентами, хищниками и

паразитами.

Из внутренних факторов на величину популяции могут оказывать влияние различные физиологические или поведенческие факторы, а иногда те и другие одновременно. Если, например, плотность популяции какого-нибудь грызуна чрезмерно возрастает, то животные чаще встречаются между собой. Возникают драки, условия жизни в целом становятся более напряженными (“стрессовыми”), и это ведет к увеличению надпочечников; связанное с этим нарушение гормонального баланса отрицательно сказывается на спаривании и размножении; кроме того, при скученности возрастает смертность.

Любой фактор как регулятор численности популяций – лимитирующий или благоприятный – является либо независимым от плотности (НП), либо зависимым от плотности (ЗП). Влияние факторов ЗП может быть прямым, то есть усиливаться с увеличением плотности, и обратным. Факторы, для которых характерно прямое влияние, еще называют “управляющими плотностью” (в частности, это один из главных механизмов, предотвращающих перенаселение). Как правило, НП – абиотические факторы (климатические, химические, физические и т. п.), ЗП – биотические факторы (конкуренция, паразиты, патогенные организмы, влияние эндо- и экзометаболитов). НП-факторы могут вызывать драматические изменения плотности, смещение уровня емкости экологической ниши. Роль НП-факторов более выражена в нестабильных системах, а ЗП-факторов – в стабильных. Одновременное действие НП- и ЗП-факторов обнаружено при изучении динамики популяций моллюска *Астаеа*, живущего на камнях в литоральной зоне морей. Динамика популяции этого моллюска регулируется, главным образом, ее плотностью (ЗП). Однако известны случаи увеличения смертности после суровых зим (НП), когда разрушается субстрат, на котором оседают моллюски, что является основной причиной смертности.

Таким образом, колебания численности природных популяций (“волны жизни”), их величина обусловлены сложным взаимодействием факторов - естественного темпа размножения того или иного вида, “сопротивления” среды, отношениями между хищником и жертвой, паразитом и хозяином, физиологической и поведенческой реакцией на перенаселенность др., в целом, многими воздействиями со стороны как живой, так и неживой природы. В итоге, регуляция численности популяций осуществляется факторами внешней среды и внутривидовыми факторами, преимущественно через рождаемость и смертность, представляя собой результат взаимодействия их со всеми условиями

существования.

“Волны жизни” резко осложняют планирование эксплуатации данной популяции, поскольку ежегодное изъятие (отстрел, промысел) одного и того же числа особей может означать, что в один год будет изъято, скажем, лишь 5% особей, а в другой год, когда численность популяции упадет в 10 раз, -50% особей от существующего состава популяции. Кроме того, колебания численности призывают человека увеличить минимальную теоретически допустимую численность популяции.

Популяции животных, растений, грибов и микроорганизмов обладают способностью к естественному регулированию численности, то есть при более или менее значительных колебаниях они остаются в состоянии динамического равновесия, на каком-то уровне между верхним и нижним пределами. Это обеспечивается действием специфических приспособительных механизмов, основанных на том, что поступление энергии, необходимой для выживания популяции, не превышает некоторого уровня и обеспечивает, таким образом, размеры данной популяции. Способность популяции поддерживать устойчивость благодаря способности к саморегулированию через собственные регулирующие механизмы называется гомеостазом популяции. Так, рост численности популяции приводит к истощению запасов пищи, за которым следует снижение рождаемости организмов, увеличение их смертности (отрицательные связи), а следовательно, и снижение численности. Последнее, в свою очередь, увеличивает запасы пищи, что вызывает рост рождаемости и численности популяции (положительные связи). Равновесное состояние популяции (состояние динамического равновесия) является кратковременным и достигается за счет быстрого чередования положительных и отрицательных обратных связей.

Для оптимизации отношений человека с природой важно учитывать численность популяции, принимать во внимание то, что на численность популяции может повлиять истощение нужных ей ресурсов из-за сокращения кормовой базы, конкуренция со стороны домашних животных, вытаптывание почвы и ухудшение ее аэрации, снижение кислорода в воде при загрязнении и евтрофировании. Человек может искусственно регулировать численность популяций, например, животных путем запрещения охоты или ограничения ее сроков на некоторые виды, ввода лицензий. Это уже дало положительные результаты - предотвратило от истребления ряд видов, в частности, лося, бобра, зубра. Ведя борьбу с вредителями

сельского и лесного хозяйств, опасными для жизни видами, человек ограничивает численность их популяций.

В целом, численность популяции, скорость ее роста (в более общем смысле - скорость ее изменения, динамика численности) являются весьма лабильными параметрами, высокочувствительными к воздействию абиотических, биотических, антропоических факторов. Поэтому человек должен хорошо представлять все особенности той популяции, которая эксплуатируется, чтобы обеспечить воспроизводство, стабильное длительное ее существование. Сложность этой задачи увеличивается в силу многочисленных связей между популяциями разных видов, населяющих одну территорию.

ЛЕКЦИЯ 6. БИОЦЕНОЗЫ, ЭКОСИСТЕМЫ, ИХ СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

1 Понятия о биоценозе, экосистеме и биогеоценозе; трофическая структура биоценозов.

2 Пищевые цепи, трофические уровни.

3 Экологические пирамиды.

1 Понятия о биоценозе, экосистеме и биогеоценозе; трофическая структура биоценозов.

Термин "биоценоз" впервые использовал в 1877 г. немецкий биолог, профессор Кильского университета К. Мёбиус. Биоценоз (от греч. *bios* – жизнь, *koinos* – общий) – это организованная группа взаимосвязанных популяций растений, животных, грибов и микроорганизмов, живущих совместно в одних и тех же условиях среды (В.А. Радкевич, 1997). Имеются другие определения биоценоза. В.Н. Киселев (1992) отмечает, что биоценоз является составной, "живой" частью экосистемы. Он представляет собой совокупность растений, животных, грибов и микроорганизмов, совместно входящих в состав экосистемы или населяющих участок земной поверхности и характеризующихся определенными отношениями как друг с другом, так и с совокупностью абиотических факторов. Составными, образующими частями биоценоза являются фитоценоз (совокупность растений), зооценоз (совокупность животных), микоценоз (совокупность грибов) и микробоценоз (совокупность микроорганизмов). Примерами биоценозов могут быть комплексы живых организмов, обитающих на так называемых устричных банках (скопления устриц в их местообитаниях), биоценоз соснового леса,

альпийских и арктических пустынь, тропического леса. Синонимом биоценоза является сообщество. Существенная особенность концепции биоценоза заключается в акцентировании важности взаимосвязей и вообще отношений между организмами. Эти отношения носят разнообразный характер и подразделяются на пространственные, пищевые (трофические) и т.д. Участок с однородными экологическими условиями, занятый определёнными биоценозами, называется биотопом. Это понятие близко к понятию экотоп, под которым понимают местообитание сообщества, совокупность абиотических условий среды данного участка.

Последовательное развитие идеи комплексного рассмотрения природных объектов в их взаимосвязи привело к постепенному переходу от понятия биоценоза к понятиям об экосистеме и биогеоценозе. В 1935 г. английский ботаник, эколог А. Тэнсли предложил термин экосистема. Существуют разные варианты определения экосистемы. Так, под экосистемой понимают единый природный (природно-антропогенный) комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания. Дается определение экосистемы как совокупности организмов и неорганических компонентов, в которой осуществляется круговорот веществ, в нем участвуют продуценты, консументы и редуценты. Экосистему определяют и как любую совокупность совместно обитающих живых организмов и условий их существования (среда обитания), объединенную в единое функциональное целое. Понятие экосистемы можно применить к объектам различной степени сложности и разного размера. Это может быть частичка почвы и капля воды, кочка на болоте и само болото, лужа, озеро и океан, луг, лес, Земля в целом. Термин экосистема применяют к таким мелким по масштабу объектам как аквариум и к крупным географическим единицам как экосистемы Нарочанских озер, Черного моря. Примером экосистемы может служить и тропический лес в определенном месте, в конкретный момент времени, населенный тысячами видов растений, животных, грибов и микроорганизмов, живущих вместе и связанных многими происходящими между ними взаимодействиями.

Более широким понятием по сравнению с экосистемой является ландшафт (В.Н. Киселев, 2000), который, относясь к широко распространенным географическим терминам, часто используется в природоохранных исследованиях. К настоящему времени сложилось несколько определений этого понятия. Под ландшафтом понимают участок суши, в пределах которого все природные компоненты (горные породы, рельеф, климат, воды, почвы, растительность,

животный мир) образуют взаимосвязанное и взаимообусловленное единство. Ландшафт - это территориальное образование, в котором взаимосвязаны как природные компоненты, так и антропогенно-техногенные элементы. Сохранилось и представление о ландшафте как синониме природного или природно-территориального комплекса. В отличие от экосистемы, в ландшафте исследуются все элементы и связи между компонентами, которые считаются равнозначными в образовании и функционировании этого природного комплекса. Охрана ландшафта означает принятие мер по сохранению не только биоты, но и всех компонентов природы на конкретных территориях. Для характеристики экосистем привлекается информация об элементах ландшафта - геологическом фундаменте, гидрогеологических условиях, рельефе, климате, почвах и т.д. Понятие биогеоценоза было введено в 1940 г. В.Н. Сукачевым (1880 - 1967 гг.). Биогеоценоз (от греч. *bios* – жизнь, *ge* – Земля и *koinos* – общий) – участок земной поверхности с однородными природными явлениями (атмосфера, горная порода, растительность, животный мир, микроорганизмы, почва, гидрологические условия), которые объединены обменом веществ и энергии в единый природный комплекс (В.В. Маврицев, 2002). Биогеоценоз представляет собой систему или сложившееся единство биоценоза и неживой среды обитания организмов (рис. 5).

Он, как природный объект, имеет связь с определенным участком земной поверхности, его составные компоненты (части) - живые тела (растения, животные, грибы, микроорганизмы), косные (например, горная порода), биокосные (почва) обмениваются веществом и энергией.

Между экосистемой и биогеоценозом имеются некоторые отличия. Биогеоценоз привязан к конкретному участку поверхности Земли. В определении экосистемы этого требования нет. Биогеоценоз в известном смысле более конкретное понятие, тогда как экосистема - более абстрактное, общее, безграничное, обладает признаком безразмерности, ей не свойственно территориальное ограничение. Экосистемой может быть и участок суши или водоема, прибрежная дюна или небольшой пруд и вся биосфера в целом. Термин биогеоценоз используют для наземных объектов, поскольку маркером биогеоценоза является фитоценоз, в границах которого он выделяется (например, биогеоценоз луга, хвойного леса, широколиственного леса и т.д.). Термин же экосистема более универсален.

В биоценозе, как звене экосистемы (биогеоценоза), по способу питания выделяют два важнейших компонента. Автотрофный компонент (с греч. «трофе» - питание, автотрофный означает «самостоятельно питающийся») включает организмы, которые, используя солнечную энергию или энергию окисления неорганических (но восстановленных) соединений, самостоятельно синтезируют органическое вещество своих клеток (биомассу) из минеральных веществ (углекислого газа, соединений азота, фосфора и пр.).

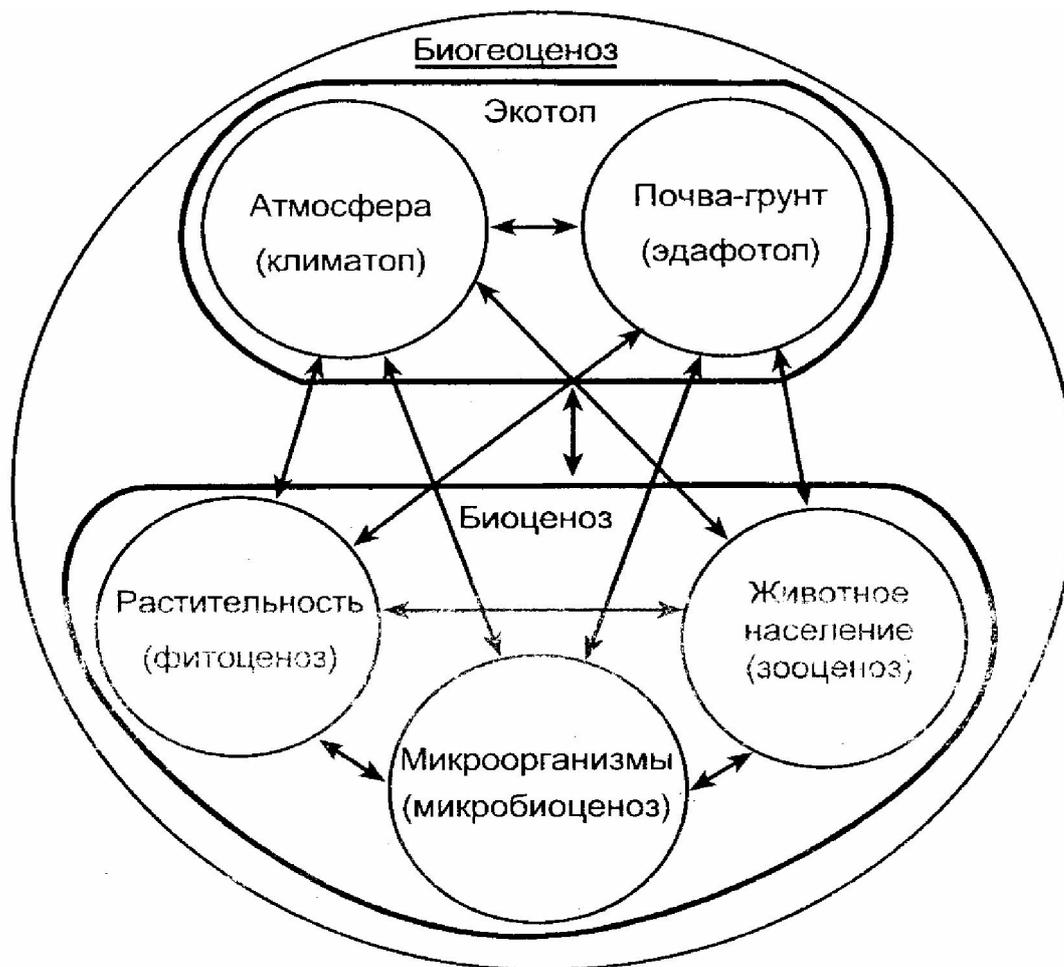


Рис. 5. Структура биогеоценоза (приводится по: В.А. Вронский, 1997)

Это вновь созданное органическое вещество в экологии называют первичной продукцией. Организмы, синтезирующие органическое вещество, называют первичными продуцентами. К первичным продуцентам относятся зеленые растения, фотосинтезирующие прокариотные микроорганизмы, а также хемосинтезирующие

бактерии, которые используют выделенную энергию при некоторых химических реакциях (без участия солнечного света). За счет фотосинтеза образуется 98 %, за счет хемосинтеза - только 2 % первичного органического вещества. Автотрофный компонент биоценоза есть основной поставщик органического вещества и связанной в нем энергии в биогеоценозы и экосистемы.

Гетеротрофный компонент биоценоза (гетеротрофный означает "питающийся другими" или "питаемый другими") включает организмы, которые питаются готовыми органическими веществами, необходимую для жизни энергию получают с пищей за счет разложения, расщепления органического вещества, первоначально созданного в ходе процессов фото- и хемосинтеза. Гетеротрофные организмы в процессе роста образуют вторичную продукцию, так как для ее построения необходимо уже готовое органическое вещество. Гетеротрофные организмы с экологической точки зрения подразделяются на две крупные группы. К первой относятся консументы, ко второй - редуценты. Консументы - это организмы, которые в отличие от продуцентов не создают, а потребляют готовое органическое вещество. Консументами являются животные, паразитические и насекомоядные растения.

Редуценты - это гетеротрофные организмы, которые питаются мертвым органическим веществом и в ходе своей жизнедеятельности разлагают его до неорганических остатков. С помощью редуцентов ускоряется процесс минерализации - распад органических соединений до углекислоты, воды и минеральных компонентов из анионов и катионов. Благодаря этому процессу важнейшие биогенные элементы, содержащиеся в погибающих организмах и тканях, растительном опаде, вновь возвращаются в биологический круговорот и многократно используются в обмене веществ живых организмов.

Деление гетеротрофов на консументы и редуценты носит довольно условный характер и применяется главным образом для того, чтобы подчеркнуть особенности взаимосвязи живых организмов в цепи продуценты - консументы - редуценты. Об относительности подразделения гетеротрофов на консументы и редуценты, как отмечали В.Д. Федоров и С.А. Остроумов (1984), свидетельствует следующее. Во-первых, редуценты потребляют готовое органическое вещество и, следовательно, тоже являются консументами в широком смысле слова. Во-вторых, функции редуцентов присущи почти всем живым организмам - таково прижизненное отторжение органического вещества, а также окисление органических соединений с образованием двуокиси углерода и воды в процессе дыхания. Такое

окисление идет во всех живых клетках, обладающих митохондриями и поглощающих кислород, необходимый для дыхания. Именно в силу относительности границы между консументами и редуцентами некоторые авторы предпочитают воздерживаться от термина редуцент и пользуются словом микроконсумент.

Следует отметить, что продуценты, консументы, редуценты выделяются по их месту и роли в цепях питания (рис. 6).

В плоскости актуальной сейчас проблемы "человек и биосфера" следует отметить два момента. Во-первых, указанное функциональное подразделение всех живых организмов подчеркивает тот факт, что в природе абсолютно все организмы можно рассматривать как звенья непрерывного биогеохимического или экологического конвейера, передающие друг другу (иногда через посредников в виде биокосных тел) атомы элементов, слагающих организмы, в том числе и организм человека. Это еще раз доказывает, что нет "лишних" или "бесполезных" видов и организмов. Во-вторых, все три функционально-экологические группы организмов жизненно необходимы человеку для его нормального существования. Так, продуценты обеспечивают его органическим веществом, в том числе пищей. Консументы (макроконсументы) - источник белковой пищи.

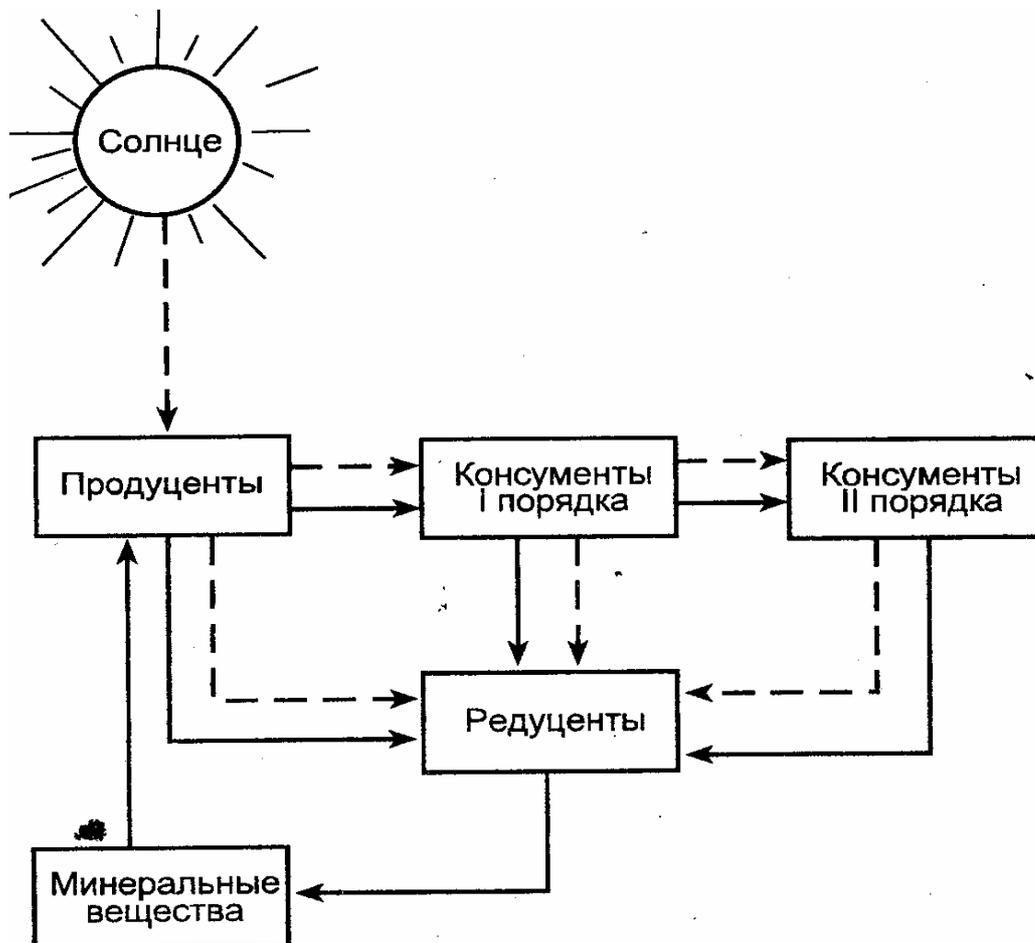


Рис. 6. Функциональная структура экосистемы, потоки вещества (сплошная линия) и энергии (пунктирная линия) (В.Е. Соколов, И.А. Шилов, 1989)

Редуценты (микрoконсументы) нужны не только потому, что обеспечивают существование первых двух групп организмов. Кроме того, именно редуценты перерабатывают и ликвидируют огромное количество отходов жизнедеятельности человека и связанных с ним домашних животных, которых образуется миллиарды тонн в год. Именно редуценты - основа действия очистных сооружений (активный ил). При современном росте народонаселения (демографический взрыв) и концентрации его на урбанизированной территории удаление и переработка отходов жизнедеятельности человека и домашних животных могут становиться лимитирующим фактором, поскольку транспортировку и переработку отходов осуществлять сложно.

2 Пищевые цепи, трофические уровни.

Взаимоотношения организмов в биоценозе, экосистеме (биогеоценозе) удивительно многообразны, но универсальными, связывающими все их компоненты, являются пищевые отношения (рис. 7).

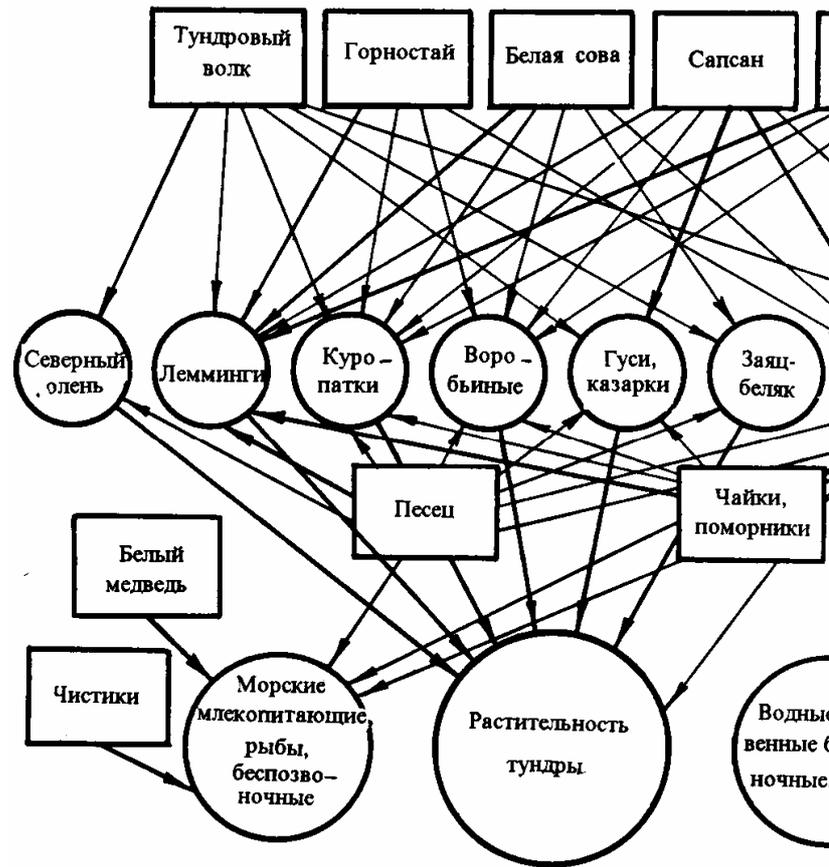


Рис. 7. Пищевые связи в биоценозе арктических тундр летом

(В.А. Радкевич, 1997: по В.М. Сдобникову из Н.П. Наумова, 1963)

Перенос энергии и вещества от источника - растений через ряд организмов, происходящий путем поедания одних организмов другими, называется пищевой или

трофической цепью, цепью питания. Под пищевой цепью также понимают взаимоотношения между организмами, через которые в экосистеме происходит трансформация вещества и энергии; ряд видов или их групп, каждое предыдущее звено в котором служит пищей для следующего (рис. 8).

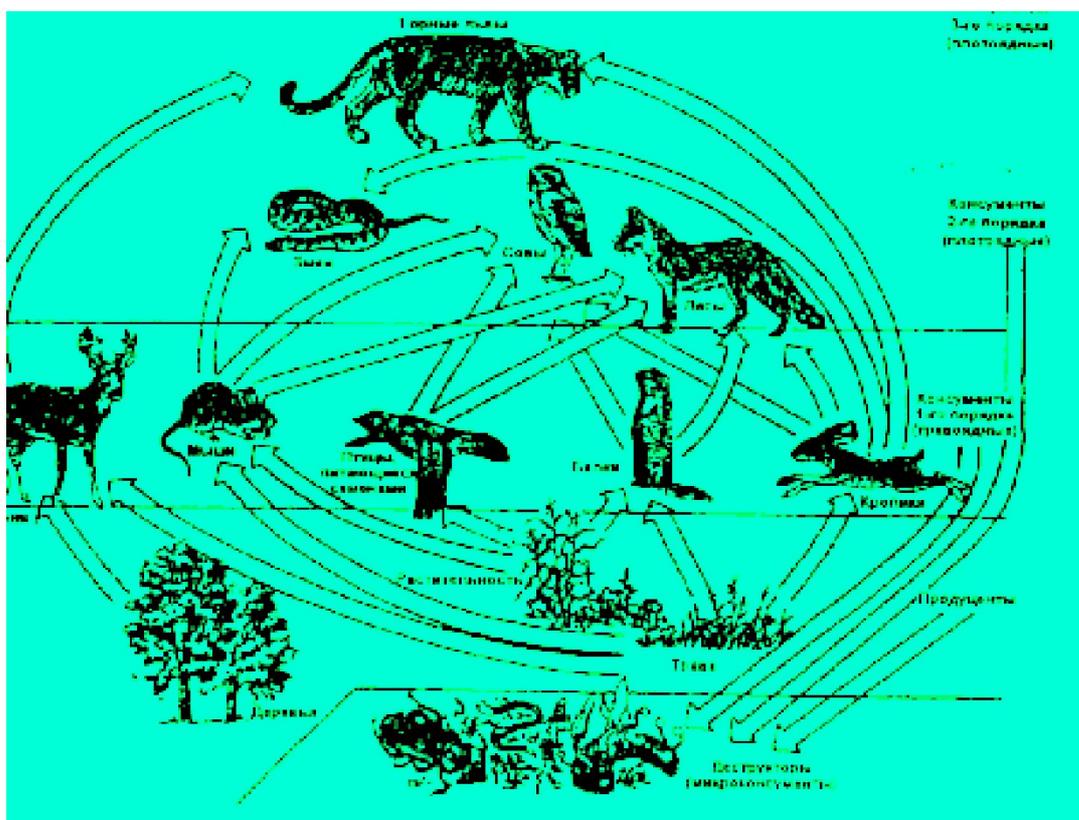


РИС. 8. ТРОФИЧЕСКИЕ (ПИЩЕВЫЕ) ЦЕПИ НАЗЕМНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ
(В.А. Вронский, 1997: по Т. Миллеру, 1993)

Чтобы охарактеризовать пищевые связи в конкретном биоценозе, можно изобразить совокупность стрелок, идущих от организма (вида), служащего кормом, к организму (виду) консументу. Последовательность стрелок и

видов, ведущую от одного из видов (или от группы видов) к одному из консументов, также называют пищевой (трофической цепью). Есть и другие определения пищевой цепи. Примерами пищевых цепей являются следующие: трава → корова → человек, растение → кролик → лисица, растение → кролик → лисица → волк, трава → травоядное млекопитающее → блохи → жгутиковые одноклеточные (они живут в организме блох), обыкновенная сосна → тля → божьи коровки → пауки → насекомоядные птицы → хищные птицы, планктон → синий кит, планктон → рыба → тюлень, планктон → рыба → тюлень → белый медведь, планктон → рыба → рыбоядные птицы (кайра, баклан) → орлан-белохвост, планктон → нехищные рыбы → щука, растения → беспозвоночные → карп.

Пищевые цепи разделяют на два основных типа - пастбищные (цепи выедания) и детритные (цепи разложения). Пастбищные цепи начинаются с зеленого растения и ведут к организмам, поедающих эти растения - пасущимся растительноядным животным, а затем к хищникам, питающимся растительноядными животными, или к паразитам. В качестве примера могут служить луговые сообщества с пасущимися на них травоядными животными, за которыми охотятся хищники. Детритные цепи начинаются от органического вещества отмерших организмов или их частей и далее ведут к организмам, питающимся этим разлагающимся («мертвым») органическим веществом (детритофагам) и их консументам (хищникам).

Детритная пищевая цепь характерна для водных экосистем. В лесах существуют пастбищная и детритная пищевые цепи, которые связаны между собой хищниками, поедающими и растительноядных животных, и животных, питающихся отпавшей органической массой. Пищевые цепи не изолированы одна от другой, а тесно переплетены.

Их сплетения часто называют пищевой сетью.

В сложном природном сообществе организмы, получающие свою пищу от растений через одинаковое число этапов, считаются принадлежащими к одному трофическому уровню.

Трофический уровень определяют и как совокупность организмов, объединенных одним типом питания, занимающих определенное положение в общей цепи питания. Зеленые растения занимают первый трофический уровень - уровень продуцентов, растительноядные животные - второй, или уровень консументов 1-го порядка (к ним относятся различные животные - многие насекомые, грызуны, копытные и др.), хищники, поедающие растительноядных животных, - третий (уровень консументов 2-го порядка, вторичных консументов), вторичные хищники - четвертый (уровень консументов 3-го порядка, третичных консументов) и т. д. Например, хищный жук, поедающий растительноядную гусеницу, принадлежит к хищникам первого порядка; насекомоядная птица, съедающая хищного жука, хищник второго порядка, а сокол, нападающий на нее, хищник третьего порядка. Итак, первыми потребителями энергии в экосистемах являются растения, вторыми - растительноядные животные или фитофаги. Последующие потребители энергии - это животные, которые питаются другими животными (зоофаги, включая паразитов, хищников). После смерти организмов мертвое

органическое вещество,
полуразложившиеся остатки
используются бактериями, грибами,
некоторыми животными (жуки-
мертвоеды, навозники, грифы,
гиены и др.).

Трофический уровень и пищевая цепь представляют собой некоторое упрощение. Например, всеядные животные питаются одновременно растительной и животной пищей, а некоторые хищники имеют широкий набор жертв. Примером последних являются насекомые-богомолы, которые могут питаться либо саранчой (травоядные прямокрылые из насекомых, относящиеся ко второму трофическому уровню), либо кузнечиками, относящимися к третьему уровню (это хищные прямокрылые).

В общем, в сообществах организмов, в экосистемах (биогеоценозах) есть несколько трофических уровней, составляющих трофическую цепь.

На каждом этапе переноса энергии значительная часть ее (в среднем 90%) теряется, так как в любой части цепи питания пища используется на рост, расходуется на удовлетворение энергетических затрат на дыхание, движение, размножение, поддержание температуры тела. Допустим, что на первом трофическом уровне в процессе фотосинтеза зеленые растения запасают 1000000 единиц условной энергии, тогда на пятом уровне останется только 100. Эффективность переноса продукции между соседними трофическими уровнями составляет, таким образом, в среднем 10%. Действие в природе данной закономерности ограничивает возможное число звеньев пищевой цепи, обычно до 4 - 5. Чем короче пищевая цепь, тем больше количество конечной, доступной энергии, тем большую продукцию можно снять на последующем звене.

Если виды, входящие в трофическую сеть, упорядочены по группам (продуценты, консументы) и по трофическим уровням (консументы первого порядка, второго и т.д.), то можно говорить о трофической структуре данного биоценоза, экосистемы (биогеоценоза).

3 Экологические пирамиды.

Иерархическое (соподчиненное) распределение организмов по пищевым (трофическим) уровням можно отразить в виде пищевой (трофической) экологической пирамиды. Экологическая пирамида - это соотношение между продуцентами, консументами и редуцентами

в экосистемах, выраженное в их численности, биомассе или энергии и изображенное в виде графических моделей (рис. 9). Эффект пирамиды в виде таких моделей разработал Ч. Элтон (1927). На графической модели каждый компонент выражен в виде прямоугольника, и модель имеет вид пирамиды, широким основанием повернутой к потоку энергии, идущему от Солнца. Этим широким основанием служит первый уровень (уровень продуцентов), а последующие уровни образуют этажи и вершину пирамиды. Пирамида демонстрирует (отражает) основное правило, согласно которому в каждом последующем звене пищевой цепи происходит уменьшение биомассы, численности особей и запаса энергии.

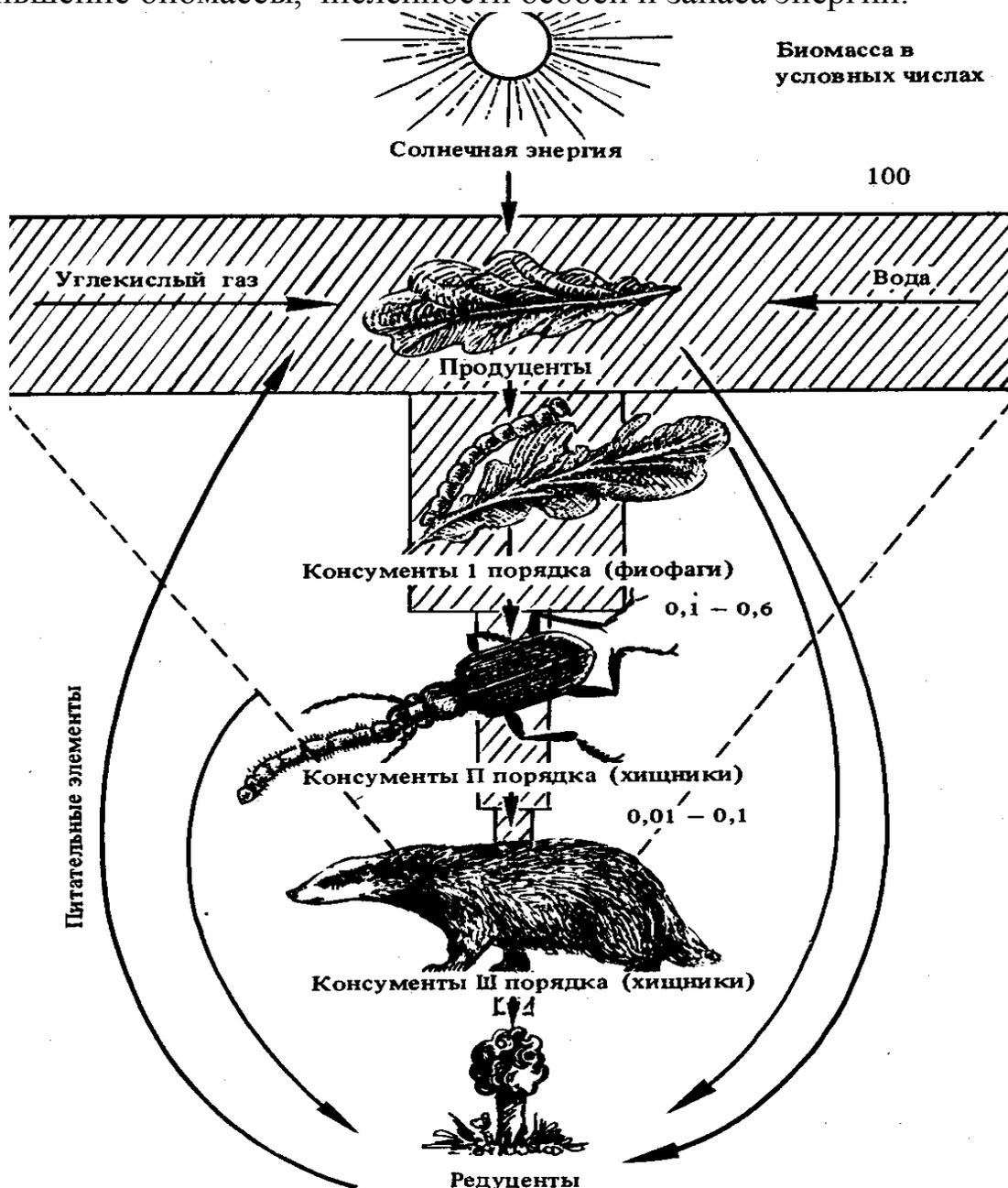


Рис. 9. Экологическая пирамида (биомасс) и трофические уровни в экосистеме (пирамида перевернута) (В.С. Романов, Н.З. Харитонов, 1986: по Ч. Элтону, 1927)

Поэтому в любой экосистеме больше, например, растений, чем животных, травоядных, чем плотоядных. Различают 3 типа экологических пирамид: 1) пирамида чисел, отображающая распределение численности отдельных организмов; 2) пирамида биомассы, характеризующая общий сухой вес, калорийность или другую меру количества живого вещества; 3) пирамида энергии, показывающая величину потока энергии на последовательных трофических уровнях. Из трех типов экологических пирамид наиболее полное представление о функциональной организованности сообществ дает пирамида энергии.

Основное содержание жизни экосистем (биогеоценозов) составляет биологический круговорот веществ и энергии. Вместе с тем, абиотическая среда также во многом определяет особенности их структуры, биоразнообразие, приспособительные свойства организмов. Например, возьмем биогеоценоз песчаной дюны, в которой характерными абиотическими факторами являются дефицит влаги, значительный перепад суточных и сезонных температур, интенсивная инсоляция, неустойчивость почвенного субстрата. Комплекс этих факторов определяет специфику растительного и животного населения, которое представлено небольшим числом видов.

Так, есть здесь растения саксаул, верблюжья колючка, песчаная осока, первые два из них имеют длинный корень, способный извлекать воду с глубоких горизонтов (рис. 10), третья - ассимилирует воду поверхностных слоев грунта.

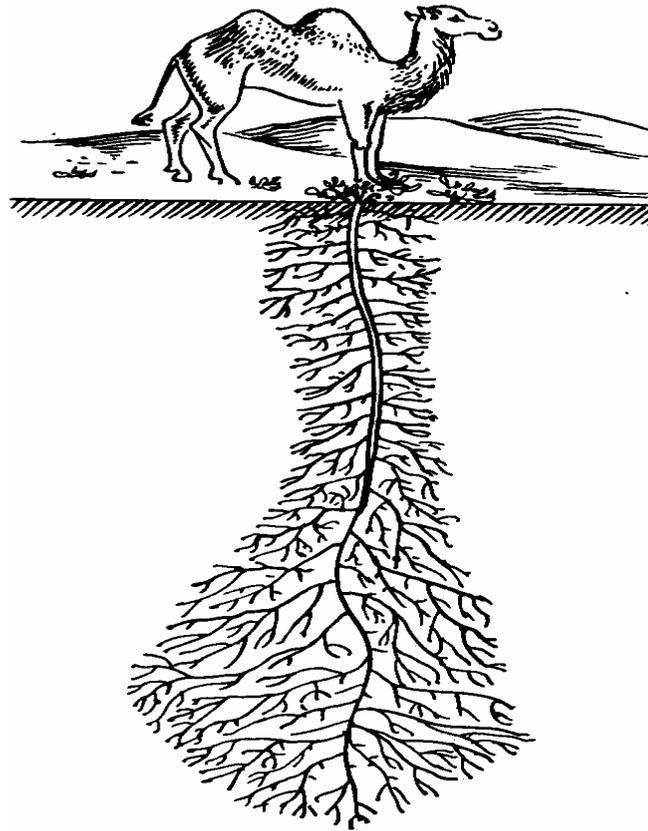


Рис. 10. Верблюжья колючка (В.А. Радкевич, 1997)

Таким образом, биоценоз, экосистема (биогеоценоз) - это особые формы организации жизни, имеющие структуру, представленную взаимосвязанными блоками, создающими их устойчивость.

ЛЕКЦИЯ 7. ВАЖНЕЙШИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БИОЦЕНОЗОВ, ЭКОСИСТЕМ (БИОГЕОЦЕНОЗОВ)

- 1 Видовая и пространственная структура.
- 2 Экологическая ниша.
- 3 Динамика и стабильность, экологическая сукцессия, способность к саморегуляции.

1 Видовая и пространственная структура.

Каждое сообщество имеет определенную видовую структуру. Специфической характеристикой сообщества является видовое разнообразие (число видов растений, животных, грибов, микроорганизмов). Одни биоценозы могут быть представлены относительно малым количеством видов и, наоборот, другие биоценозы характеризуются значительным видовым разнообразием.

На суше к наиболее бедным по числу видов относятся биоценозы арктических и антарктических пустынь, высокогорных ледников, некоторых типов тундр и аридных экосистем на засоленных почвах, а среди водных биоценозов можно отметить сообщества ультрасоленых озер и солоноватых эстуариев. Число видов животных и растений в этих биоценозах редко превосходит десяток. На другом конце шкалы видового богатства находятся наземные и водные экосистемы тропического пояса, где общее число видов достигает 10 тыс. и более. Например, биоценоз тундры включает 250 - 270 видов, а биоценоз влажного тропического леса Амазонки – 5 – 7 тыс. видов. В любом биоценозе можно выделить один или несколько видов, определяющих его облик. Так, облик лесного или степного биоценоза представлен одним или несколькими видами растений. В дубраве - это дуб, в бору - сосна, в ковыльно-типчаковой степи - ковыль и типчак. В лесу, состоящем из десятков видов растений, только один или два из них дают 90 % древесины. Эти виды называются доминирующими или доминантными. В словаре-справочнике (В.А. Вронский, 1997) дается следующее определение таковым: "доминанты (от лат. – господствующий) – виды, количественно преобладающие в данном сообществе, как правило, в сравнении с близкими формами или входящими в один уровень экологической пирамиды или ярус растительности". Доминирующие виды занимают ведущее положение в биоценозе.

В биоценозе есть и так называемые эдификаторы (от лат. - строитель). Это строители сообщества, то есть виды, создающие условия для жизни других видов данного биоценоза. По В.Н. Киселеву (2002) эдификаторами называются виды доминанты, определяющие характер и строй биоценоза, то есть являющиеся средообразующими. Такую роль, например, играют ель и сосна. Ель в таежной зоне образует густые, сильно затемненные леса. Под пологом ее могут обитать только растения, приспособленные к условиям сильного затемнения, повышенной влажности воздуха, кислых оподзоленных почв. Соответственно этим факторам в еловых лесах формируется и специфическое животное население. Следовательно, ель обуславливает существование определенного биоценоза.

Видовая структура биоценоза характеризуется не только числом видов, входящих в его состав, но и их количественным соотношением. Например, если в двух сравниваемых биоценозах растения представлены двумя видами и в каком-то из них 90 % особей принадлежит одному виду, тогда как в другом на долю особей каждого вида приходится по 50 %, то эти биоценозы будут сильно

отличаться друг от друга. Количественное соотношение видов в биоценозе называется индексом разнообразия.

В ходе длительного эволюционного преобразования, приспособляясь к определенным абиотическим и биотическим условиям, живые организмы так разместились в биоценозе, что практически не мешают друг другу, то есть их распределение носит ярусный характер. Ярусность - это явление вертикального расслоения биоценозов на разновысокие структурные части. Наиболее четко ярусность выражена в растительных сообществах. Благодаря ярусности различные растения, особенно их органы питания (листья, окончания корней), располагаются на разной высоте (или глубине) и поэтому легко вживаются в сообществе. Это способствует увеличению числа организмов на единице площади, значительному ослаблению конкуренции между ними, более полному и разностороннему использованию условий среды. Подобно распределению растительности по ярусам, разные виды животных также занимают в биоценозах определенные уровни, при этом животные тесно связаны с растениями, и в итоге возникают их группировки.

Следует отметить, что имеются и внеярусные организмы. Это лианы, различные эпифиты, паразиты, а также многие животные, свободно переходящие из одного яруса в другой. Они затрудняют четкое выделение ярусов, что особенно выражено в тропических влажных лесах, структура которых чрезвычайно сложна.

Таким образом, ярус можно рассматривать как структурную единицу биоценоза, отличающуюся от других частей его определенными экологическими условиями и набором растений, животных и микроорганизмов. В каждом ярусе складывается своя система взаимоотношений составляющих компонентов. Вертикальное распределение организмов в биоценозе обуславливает и определенную структуру в горизонтальном направлении.

2 Экологическая ниша.

Для определения роли, которую играет тот или иной вид в экосистеме американским зоологом – Дж. Гринеллом в 1917 году введено понятие “экологическая ниша”. Гринелл термином «ниша» определял самую мелкую единицу распространения вида. Английский эколог Ч. Элтон (1927) описывал «нишу» как место данного организма в биотической среде, его положение в цепях питания. Классическое определение экологической ниши дал

американский эколог Дж. Ивлин Хатчинсон. Согласно сформулированной им концепции, экологическая ниша представляет собой часть воображаемого многомерного пространства, отдельные измерения которых соответствуют факторам, необходимым для нормального существования вида. Экологическую нишу, определяемую только физиологическими особенностями организмов, Дж. Хатчинсон назвал фундаментальной, а ту, в пределах которой вид реально встречается в природе – реализованной. Под экологической нишей также понимают образ жизни и, прежде всего, способ питания организма. Экологическая ниша - это абстрактное понятие, это совокупность всех факторов среды, в пределах которых возможно существование видов в природе. Она включает химические, физические, физиологические и биотические факторы, необходимые организму для жизни, и определяется его морфологической приспособленностью, физиологическими реакциями и поведением. По образному выражению Ю. Одума, термин “экологическая ниша” относится к роли, которую играет организм в экосистеме. Иначе говоря, местообитание - это адрес, тогда как ниша - “профессия” вида. Чтобы охарактеризовать экологическую нишу вида, необходимо знать, чем он питается и кто его поедает, способен ли он к передвижению и, наконец как он воздействует на другие элементы экосистемы (биогеоценоза) (рис. 11).

Наличие у видов разных экологических ниш приводит к уменьшению конкурентного напряжения между ними.

Итак, экологическая структура биоценоза - это его состав из экологических групп организмов, выполняющих в сообществе каждой экологической ниши определенные функции.

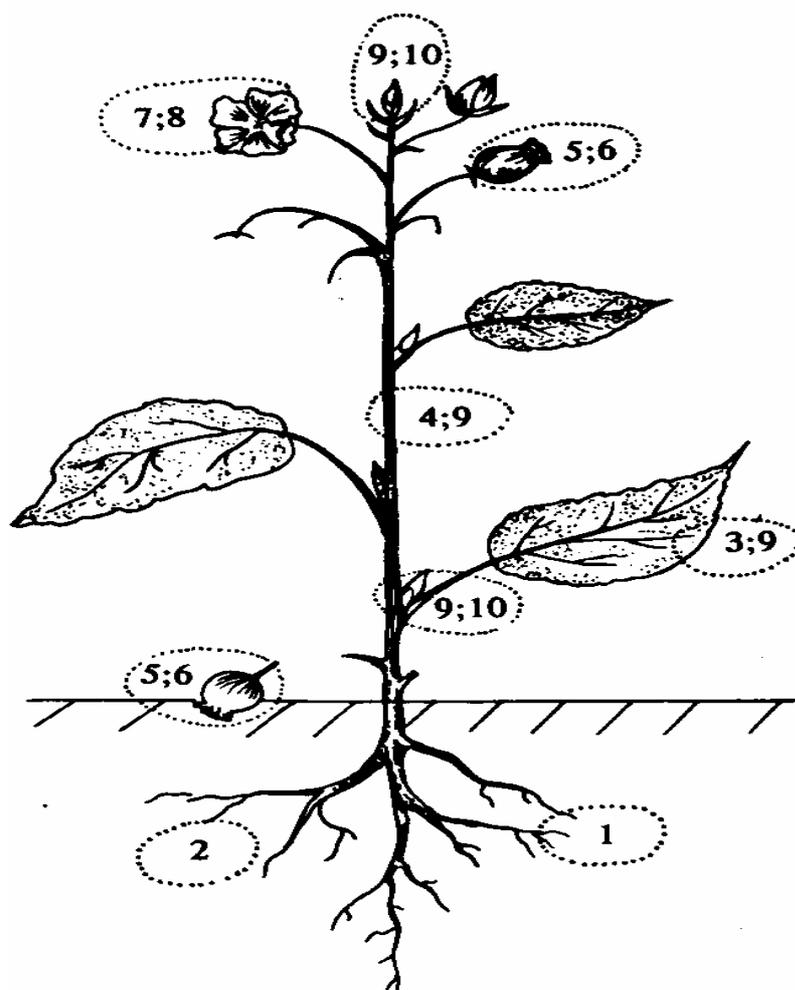


Рис. 11. Экологические ниши организмов, питающихся корнями (1), корневыми выделениями (2), листьями (3), тканями стебля и ствола (4), плодами и семенами (5, 6), цветками и пылью (7, 8), соками (9) и почками (10) (по И.Н. Пономаревой, 1975)

3 Динамика и стабильность, экологическая сукцессия, способность к саморегуляции.

В естественных экосистемах (биогеоценозах), их биотическом компоненте биоценозе имеются группы организмов, активность жизни которых выпадает на разное время суток. У растений, как и животных, в течение суток изменяются интенсивность и характер физиологических процессов. В ночные часы не происходит фотосинтез, у ряда растений цветки раскрываются только ночью и опыляются ночными животными, другие же приспособлены к опылению днем. Большое значение в динамике биоценозов имеют суточные миграции животных. Вертикальные суточные миграции свойственны планктонным организмам и почвенным обитателям.

Суточная динамика биоценозов связана прежде всего с ритмикой

природных явлений и носит строго периодический характер. Но могут происходить и непериодические изменения активности, численности компонентов биоценозов, связанные с действием нерегулярных факторов среды. Так, сильные дожди или засухи приводят к перемещению животных, изменению их активности, влияют на интенсивность жизненных процессов.

Существенные отклонения в биоценозах наблюдаются при сезонной динамике. Они обусловлены биологическими циклами организмов, зависящими от сезонной цикличности природных явлений. Это проявляется в наличии периодов цветения, плодоношения, активного роста, листопада и зимнего покоя у растений; спячки, зимнего сна, диапаузы, миграций у животных. В процессе суточной и сезонной динамики целостность биоценоза обычно не нарушается. Но он может подвергаться и воздействию сил, которые существенно изменяют или полностью разрушают сообщества. В таких случаях развивается другой, более приспособленный к новым условиям биоценоз. Последовательная смена одного биоценоза другим называется экологической сукцессией (от латинского *succession* - последовательность, смена). Цепь сменяющих друг друга биоценозов называется сукцессионным рядом. В сукцессионном ряду каждый биоценоз представляет собой определенную стадию формирования конечного, завершающего, или так называемого климаксного сообщества. По мере усложнения сообщества усложняются и связи между популяциями. Менее приспособленные к новым условиям замещаются более приспособленными, и так до тех пор, пока не появятся виды, которых условия среды полностью устраивают, и они уже не замещаются другими видами. В результате сообщество становится стабильным и достигает своей завершающей стадии.

В историческом разрезе, как отмечает В.А. Радкевич (1997), смена фауны и флоры по геологическим периодам – не что иное, как смена сообществ, замена одного типа биогеоценоза другим, т. е. экологическая сукцессия. Эти сукцессии тесно связаны с геологическими и климатическими изменениями, с эволюцией видов. Изменяются условия жизни, исчезают одни и появляются другие группы организмов, меняются связи между популяциями, а вслед за этим – биоценоз и биогеоценоз в целом.

Нередко сукцессии совершаются в сравнительно короткие промежутки времени. Лесной пожар может моментально уничтожить сложившийся на протяжении тысячелетий устойчивый биоценоз, и на пожарище начинает создаваться новое сообщество. При этом будет

наблюдаться частая смена ряда сообществ. В конечном итоге устойчиво восстанавливается биоценоз исходного типа (или же он незначительно отличается от первоначального). Иногда сукцессии происходят очень медленно, даже столетиями. Классическими примерами сукцессии являются зарастание озера и возникновение на его месте торфяного болота; формирование елового леса.

Согласно данным, приведенным в учебнике В.А. Радкевича (1997), еловый лес в своем развитии проходит несколько этапов (рис. 12).

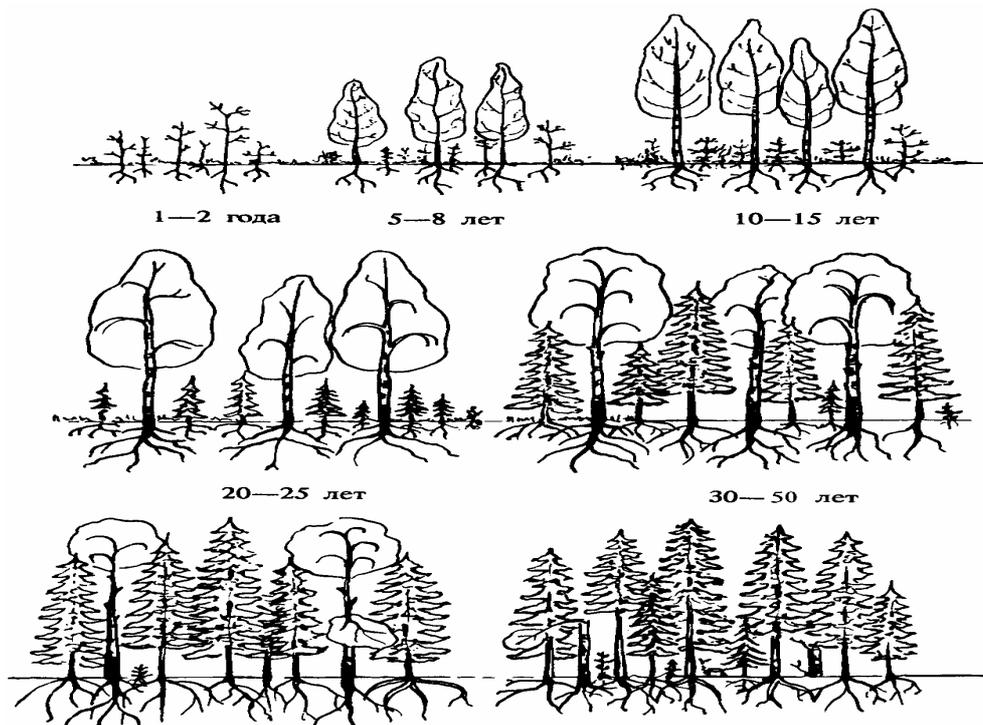


РИС. 12. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЕЛОВОГО ЛЕСА КАК ПРИМЕР СУКЦЕССИИ
(В.А. Радкевич, 1997: по И.Н. Пономаревой, 1975)

Первыми на заброшенных пашнях из древесных пород появляются береза, осина, поскольку семена этих деревьев легко разносятся ветром. Попав на слабозадернованную почву, они прорастают. Такие первопоселенцы обычно называются пионерами. Наиболее стойкие из них заселяют заброшенную или распаханную территорию, утверждаются там и постепенно изменяют среду, создавая новые условия, к которым сами со временем оказываются неприспособленными. Эти условия становятся пригодными для растений-захватчиков, вытесняющих пионеров и начинающих доминировать в сообществе до тех пор, пока в результате их деятельности вновь не изменятся условия, и они не начнут

замещаться более приспособленными формами. Условия, благоприятные для ели, создаются только после смыкания крон берез, то есть примерно через 30 – 50 лет. Постепенно формируется смешанный лес. Он существует сравнительно недолго, так как светолюбивые березы не выносят затенения и под пологом елей их возобновления не происходит. Устойчивый еловый лес на заброшенной пашне образуется примерно через 80 - 120 лет после первых всходов березы. Ю. Одум приводит пример сукцессии, прошедшей на месте покинутого фермерского участка в юго-восточной части США (рис. 13).



Рис. 13. Последовательные стадии сукцессии на расчищенных полях близ Филадельфии (штат Пенсильвания) (Р. Риклефс, 1979)

А. Недавно заброшенное поле; в первое лето здесь доминирует амброзия (растения из данного рода относятся к опасным сорнякам, для амброзии характерно образование большого количества пыльцы, вызывающей аллергическое заболевание).

Б. Кустарники и небольшие деревья начинают расти через 10-15 лет, а через 25-50 лет они уступают место молодому

широколиственному лесу (в этой области в сукцессии нет стадии соснового леса).

В. Спустя 100-200 лет этот лес приближается к зрелости, хотя некоторые следы более ранних стадий его развития еще сохраняются.

Первые 10 лет здесь господствовала травянистая растительность, затем стал развиваться кустарник, к 25 годам кустарник сменился сосновым лесом, который, в свою очередь, через 100 лет с начала сукцессии уступил место породам деревьев с твердой древесиной. Число видов птиц за это время возросло с 2 до 19, а плотность птичьих пар, приходящихся на 100 акров (1 акр равен 4046,9 м²), увеличилась с 27 до 233. Период сукцессии продолжался около 100 лет. Для завершения сукцессии на участках с полным отсутствием почвы (песчаные дюны, вновь образующиеся потоки лавы) требуется не менее 1000 лет. В ходе сукцессии, как правило, увеличивается разнообразие входящих в состав биоценозов, экосистем (биогеоценозов) видов организмов, в итоге чего повышается их устойчивость. Повышение видового разнообразия обусловлено тем, что каждый новый компонент открывает новые возможности для вселения. Например, появление деревьев позволяет проникнуть в экосистему видам, живущим в подстилке, на коре, под корой, в дуплах и т.д. Исторический процесс формирования биоценозов, экосистем (биогеоценозов) многообразен.

Он включает и соревнование между различными биоценозами, экосистемами (биогеоценозами), например, борьбу леса со степью и распад материнского биоценоза, материнской экосистемы (биогеоценоза) при локальном изменении условий существования и, наконец, синтез новых биоценозов, экосистем (биогеоценозов), на основе предшественников.

Различают сукцессии первичные и вторичные. Сукцессия, которая начинается на вновь образовавшемся субстрате, называется первичной. Под ней также понимают (В.А. Вронский, 2002) сукцессию, начинающуюся на субстратах, не затронутых процессами почвообразования (скальные породы, вулканическая лава, песчаные дюны). При первичных сукцессиях скорость изменения сообществ, как правило, не велика. К типичным первичным сукцессионным образованиям биоценозов в масштабе геологических периодов относится формирование растительности, поселение животных на вновь появившейся песчаной дюне, на лавовом потоке, после поднятия островов в океане. Если сообщество развивается на месте, где ранее существовал биоценоз, то сукцессия будет вторичной. В

таких местах обычно сохраняются богатые жизненные ресурсы. Поэтому вторичные сукцессии приводят к образованию климаксного сообщества значительно быстрее, чем первичные. Климакс (от греч. - лестница) - это стабильная конечная (кульминационная) стадия развития (сукцессии) экосистем в условиях данной местности; заключительная стадия развития биоценоза, на которой он находится в равновесном состоянии с окружающей средой довольно долгое время. В современных условиях вторичные сукцессии наблюдаются повсеместно. Они обусловлены последствиями, возникающими в результате пожаров, наводнений, распашки степей, осушения болот. Важнейшей особенностью биотического компонента любой естественной экосистемы (биогеоценоза) – биоценоза, является способность к саморегуляции, т.е. к удержанию основных параметров во времени и пространстве. Выделяют (различают) стабильные (устойчивые) и нестабильные (неустойчивые) биоценозы. Стабильность биоценоза находится в прямой зависимости от его сложности. Как отмечено выше, чем больше видовое разнообразие биоценоза, тем он стабильнее. В таких биоценозах формируются сложные пищевые взаимоотношения, сложные сети питания. Биоценозы с упрощенной структурой крайне неустойчивы, в них происходят резкие колебания численности отдельных популяций. Относительная стабильность биоценоза обеспечивает устойчивый круговорот веществ и поток энергии.

Таким образом, важнейшими параметрами, характеризующими биоценоз, являются: видовое разнообразие, видовая и пространственная структура, экологическая ниша, динамика и стабильность. Характеристики биогеоценозов (экосистем): имеют границы, определяемые особенностями биотопа, в них взаимодействуют все экологические факторы, осуществляется круговорот веществ и поток энергии, они относительно устойчивы во времени, способны к саморегуляции и саморазвитию.

ЛЕКЦИЯ 8. ТИПЫ ЭКОСИСТЕМ

1 КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ.

2 ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ.

1 Классификация экосистем.

Классификация экосистем довольно разнообразна. По Ю. Одуму выделяются: моря – огромные, наиболее густо, но неравномерно

заселенные экосистемы. Эстуарии и морские побережья – полоса разнообразных экосистем, лежащая между морями и континентами. Эта переходная зона богата жизнью. Ручьи и реки – особые экосистемы пресных проточных вод. Их биоценозы наиболее полно используются человеком. Озера и пруды – в абсолютном большинстве водоемы со стоячей пресной водой, хотя встречаются и соленые озера. Пресноводные болота характеризуются периодическими колебаниями уровня воды. Они в какой-то степени приближаются к эстуариям, поскольку обладают высоким плодородием и стабильностью. Пустыни – экосистемы, формирующиеся в районах, где за год выпадает менее 250 мм осадков, а также в областях с очень жарким климатом и нерегулярно выпадающими осадками. Тундра – экосистемы, занимающие положения между лесами и Ледовитым океаном. Тундры – это своеобразные арктические пустыни. Как и в пустыне, в них обитают специфические растения и хорошо приспособившиеся животные. Травянистые ландшафты – степные экосистемы, формирующиеся в областях, где среднее годовое количество осадков лежит в пределах от 250 до 750 мм, т.е. выше, чем в пустынях, и ниже, чем в лесах. Леса – экосистемы, занимающие важное место в биосфере по биомассе и роли в биологической регуляции на планете. Лесные экосистемы формируются в самых различных климатических зонах - от экватора до северных широт в тайге. Они обладают огромным разнообразием растений и животных, максимальной стабильностью.

Широко используется классификация по биомам. Биом – это крупная биосистема, включающая в себя множество разнообразных экосистем. Биом также определяют как крупное системно-географическое подразделение, включающее различные организмы и среду их обитания в пределах природно-климатической (ландшафтно-географической) зоны. Выделяют биомы тундры, бореальных хвойных лесов, листопадных лесов, саванн, степей умеренной зоны, пустынь, тропических лесов (рис. 14).

Экосистемы можно классифицировать также в зависимости от величины качественного и количественного состава компонентов:

- микроэкосистема (экосистема прибрежных зарослей водных растений, упавшего дерева, пня и т.д.);
- мезоэкосистема (экосистема луга, леса, озера, болота, ржаного поля);
- макроэкосистема (экосистема суши, пустыни, океана).

Иногда в основу классификации кладут характерные признаки местообитания, например, березового или соснового леса, пойменного или суходольного луга.

2 Естественные и искусственные экосистемы.

Кроме отмеченных, выделяют естественные и искусственные экосистемы. Естественные экосистемы отличаются значительным видовым разнообразием, существуют длительное время, они способны к саморегуляции, обладают большой стабильностью, устойчивостью. Созданная в них биомасса и питательные вещества остаются и используются в пределах биоценозов, обогащая их ресурсы. Искусственные экосистемы - агроценозы (поля пшеницы, картофеля, огороды, фермы с прилегающими пастбищами, рыбоводные пруды и др.) составляют небольшую часть поверхности суши, но дают около 90 % пищевой энергии. Развитие сельского хозяйства с древних времен сопровождалось полным уничтожением растительного покрова на значительных площадях для того, чтобы освободить место для небольшого количества отобранных человеком видов, наиболее пригодных для питания.

Экосистемы

Наземные (биомы)
тундра

Пресноводные
Лотические Реки, ручьи и др.

Морские
ОТКРЫТЫЙ ОКЕАН

тайга	Лентические Озёра Пруды Водохранилища	прибрежные воды шельфа
широколиственные леса		районы апвеллинга
степи	Заболоченные уголья Болота Болотистые леса	эстуарии
пустыни		глубоководн ые рифтовые зоны
саванны		
гилеи и др.		

РИС. 14. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ
(В.А. Вронский, 1997)

Однако первоначально деятельность человека в сельскохозяйственном обществе вписывалась в биохимический круговорот и не изменяла притока энергии в биосфере. В современном сельскохозяйственном производстве резко возросло использование синтезированной энергии при механической обработке земли, использовании удобрений и пестицидов. Это нарушает общий энергетический баланс биосферы, что может привести к непредсказуемым последствиям. Одна из главных особенностей агроэкосистем состоит в том, что для их функционирования необходим приток дополнительной энергии извне. Без этого они не могут существовать. В связи с тем, что в агроценозах значительная часть нужной человеку массы и связанной с ней потенциальной энергией изымается, снижается плодородие почв. Чтобы этого не происходило, в почву необходимо постоянно вносить удобрения, отбирать соответствующие культуры для севооборота. Агроценозы нельзя считать стабильными, причина нестабильности состоит в том, что агроценозы слагаются одним (монокультуры) или реже максимум 2-3 видами. Именно поэтому любая болезнь, любой вредитель может уничтожить агроценоз. Однако человек сознательно идет на упрощение структуры агроценоза, чтобы получить максимальный выход продукции. Агроценозы в гораздо большей степени, чем естественные ценозы (лес, луг, пастбища), подвержены эрозии,

выщелачиванию, засолению и нашествию вредителей. Без участия человека агроценозы зерновых и овощных культур существуют не более года, ягодных растений - 3 - 4, плодовых культур - 20 - 30 лет. Затем они распадаются или отмирают.

Преимуществом агроценозов перед естественными экосистемами является производство необходимых для человека продуктов питания и большие возможности увеличения продуктивности. Однако они реализуются только при постоянной заботе о плодородии земли, обеспечении растений влагой, охране культурных популяций, сортов и пород растений и животных от неблагоприятных воздействий естественной флоры и фауны.

ЛЕКЦИЯ 9. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ

- 1 Общее представление о биосфере.
- 2 Границы биосферы.
- 3 Характеристика и функции живого вещества.
- 4 Принципы, положенные в основу учения о биосфере.

1 Общее представление о биосфере.

Термин "биосфера" был впервые введен в науку австрийским геологом Э. Зюссом в 1875 г. Э. Зюсс выделил биосферу в качестве самостоятельной оболочки Земли по аналогии с литосферой, гидросферой и атмосферой. Основываясь на достижениях естествознания, в 30-х годах XX века ученик В. В. Докучаева академик В.И. Вернадский (1863-1945 гг.) сформулировал подлинно синтетическую концепцию, положенную в основу целостного учения о биосфере, протекающих в ней процессах, ее строении и функциях. В.И. Вернадский признан создателем этого учения.

Биосфера – это оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами. В.И. Вернадский понимал под биосферой область существования живого вещества, которое включает нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю

часть литосферы. Биосфера с позиций концепции В.И. Вернадского, кроме живого вещества, включает также следующие типы вещества: биогенное - вещество созданное и переработанное живыми организмами; косное (в его образовании живые организмы не участвуют - гранит, базальт) и биокосное, которое представляет собой равновесную, динамичную систему, созданную живым и косным веществом (например, почва, природная вода).

В.И. Вернадский представлял биосферу не просто как «пленку» живого вещества на поверхности планеты, а включал в это понятие те пространства земной коры, гидросферы и атмосферы, которые в течение геологической эволюции подверглись воздействию живого вещества. Сюда входят каменный уголь и нефть - ископаемые свидетели «былых биосфер», многие минералы, озоновый слой атмосферы, являющийся производным кислорода, продуцируемого растениями.

2 Границы биосферы.

На суше плотно заселен только нижний слой - от десятков сантиметров до нескольких метров. В атмосфере сфера жизни охватывает тропосферу (нижний слой) и частично заходит в стратосферу. Ограничивающими факторами в распределении организмов в атмосфере служат интенсивное излучение, недостаток влаги, кислорода, низкое парциальное давление. Вероятно, на высоте более 6 км зеленые растения существовать не могут, но некоторые другие организмы встречаются на большей высоте. В покоящемся состоянии (в виде спор, цист грибов, бактерий) организмы могут встречаться на высоте 12-15 км и выше. В гидросфере ограничивающими факторами могут служить большое давление и отсутствие света, начиная с глубины примерно 200 м (в водах с высокой прозрачностью - несколько глубже). Распространение зеленых растений ограничено этими глубинами, но животные, бактерии обитают на разных глубинах. В общем, верхняя граница биосферы поднимается до 20-30 км, а нижняя опускается в океан и недра Земли до глубины 10-15 км и более.

3 Характеристика и функции живого вещества.

Под живым веществом понимается совокупность массы всех организмов, населяющих в тот или иной момент нашу планету.

Живое вещество характеризуется количественно массой, химическим составом, геохимической энергией. Важнейшим свойством живого вещества является способность к воспроизводству и распространению на планете. Все вещества и энергию, необходимые для жизнедеятельности, организмы получают из окружающей среды.

Биосфера представляет собой открытую термодинамическую систему, через которую проходит поток энергии от Солнца. Зеленые растения аккумулируют солнечную энергию, превращают ее в химическую и обеспечивают существование жизни на Земле. Живые организмы принимают участие в перераспределении химических элементов, образовании горных пород и минералов, выполняют особые функции: энергетическую, газовую (газообменную), концентрационную, окислительно-восстановительную, биохимическую, функцию созидания (синтеза) и разрушения (распада) и другие.

Энергетическая функция живого вещества – основная планетарная функция биосферы. Она заключается в осуществлении связи биосферно-планетарных явлений с космическим излучением, преимущественно с солнечной радиацией. В основе этой функции лежит фотосинтетическая деятельность зеленых растений, в процессе которой происходит аккумуляция солнечной энергии и ее перераспределение между отдельными компонентами биосферы. За счет накопленной солнечной энергии протекают все жизненные явления на Земле.

ОДНОЙ ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ФУНКЦИЙ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА ЯВЛЯЕТСЯ ГАЗОВАЯ ФУНКЦИЯ, ЗАКЛЮЧАЮЩАЯСЯ В ДИНАМИКЕ И ТРАНСФОРМАЦИИ ГАЗОВ В БИОСФЕРЕ. ИЗВЕСТНО, ЧТО В ПРОЦЕССЕ ФОТОСИНТЕЗА ПОТРЕБЛЯЕТСЯ

УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ И ВЫДЕЛЯЕТСЯ КИСЛОРОД, КОТОРЫЙ ОБОГАЩАЕТ НАШУ ПЛАНЕТУ. В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ВЕСЬ КИСЛОРОД В СВОБОДНОМ И СВЯЗАННОМ СОСТОЯНИИ ИМЕЕТ БИОГЕННОЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ. В ПРОЦЕССЕ ДЫХАНИЯ ПРОИСХОДИТ ПОГЛОЩЕНИЕ КИСЛОРОДА И ВЫДЕЛЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА, КАК КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА, ПРИСУЩЕГО ЖИВОЙ СИСТЕМЕ. В БОЛЬШОМ КОЛИЧЕСТВЕ ВЫДЫХАЮТСЯ ПАРЫ ВОДЫ. С ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ БАКТЕРИЙ СВЯЗАН КРУГОВОРОТ АЗОТА. В ПРОЦЕССЕ ГАЗОВОГО МЕТАБОЛИЗМА МОГУТ ВЫДЕЛЯТЬСЯ СЕРОВОДОРОД (ПРИ НЕПОЛНОМ ОКИСЛЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ), МЕТАН, ДРУГИЕ ГАЗЫ.

КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ ФУНКЦИЯ СВЯЗАНА С НАКОПЛЕНИЕМ В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ РАЗНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ: УГЛЕРОДА, ВОДОРОДА, АЗОТА, КИСЛОРОДА, КАЛЬЦИЯ, КАЛИЯ, КРЕМНИЯ, ФОСФОРА, МАГНИЯ, СЕРЫ, ХЛОРА, НАТРИЯ, ЖЕЛЕЗА, АЛЮМИНИЯ. ОТДЕЛЬНЫЕ ВИДЫ ЯВЛЯЮТСЯ СПЕЦИФИЧЕСКИМИ КОНЦЕНТРАТОРАМИ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ: МОРСКАЯ КАПУСТА (ЛАМИНАРИЯ) - ЙОДА, ЛЮТИКИ - ЛИТИЯ, РЯСКА - РАДИЯ, ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ И ЗЛАКИ - КРЕМНИЯ, МОЛЛЮСКИ И РАКООБРАЗНЫЕ - МЕДИ, ПОЗВОНОЧНЫЕ - ЖЕЛЕЗА, БАКТЕРИИ - МАРГАНЦА И Т.Д. РЕЗУЛЬТАТОМ КОНЦЕНТРАЦИОННОЙ ФУНКЦИИ В МАСШТАБАХ БИОСФЕРЫ ЯВЛЯЕТСЯ НАКОПЛЕНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (ИЗВЕСТНЯКА, ТУФА, ТОРФА, КАМЕННОГО УГЛЯ, МЕРГЕЛЯ, ДР.). ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ СПОСОБНЫ НАКАПЛИВАТЬ ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И СОЕДИНЕНИЯ ТАКИМ ОБРАЗОМ, ЧТО ЕСЛИ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ КОНЦЕНТРАЦИЮ ЭЛЕМЕНТА ПРИНЯТЬ ЗА ЕДИНИЦУ, ТО НА ПЕРВОМ ПИЩЕВОМ УРОВНЕ - У ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИХ ОРГАНИЗМОВ - ОНА ВОЗРАСТЕТ В 10 РАЗ, НА СЛЕДУЮЩИХ УРОВНЯХ - У РАСТИТЕЛЬНОДНЫХ ФОРМ (ФИТОФАГОВ) И ХИЩНИКОВ - В 100, 1000 И БОЛЕЕ РАЗ. В РЕЗУЛЬТАТЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПО ПИЩЕВЫМ УРОВНЯМ ОНИ ИЗ БЕЗВРЕДНЫХ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ МОГУТ СТАТЬ ТОКСИЧНЫМИ. ЭТИМ ОБЪЯСНЯЕТСЯ ТОТ ФАКТ, ЧТО ХИЩНИКИ ВЫСОКОГО РАНГА - ОРЛЫ, ЛОСОСИ, ЩУКИ, ДР. В ПИЩЕВЫХ ЦЕПЯХ ПОДВЕРЖЕНЫ БОЛЬШИМ ОПАСНОСТЯМ.

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ И РЕАКЦИИ ЛЕЖАТ В ОСНОВЕ ВСЯКОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА. ЭТА ФУНКЦИЯ КРАЙНЕ ВАЖНА ДЛЯ ИСТОРИИ МНОГИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПОДВЕРГАВШИХСЯ ОКИСЛЕНИЮ И ВОССТАНОВЛЕНИЮ (ПРЕЖДЕ ВСЕГО ДЛЯ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА, СЕРЫ, МАРГАНЦА, А ТАКЖЕ АЗОТА, МЕДИ, СЕЛЕНА, УРАНА, КОБАЛЬТА, ВАНАДИЯ, МОЛИБДЕНА И ДР.).

Одной из функций является биохимическая. С ней В.И. Вернадский связывал такие явления, как рост, размножение, перемещение живых организмов. Все эти явления имеют существенное геологическое значение, так как приводят к быстрому расселению живых организмов - «давлению жизни».

Жизнь организмов - это непрерывающийся синтез и распад органических веществ. На разных этапах развития биосферы соотношение процессов данной функции менялось. В момент возникновения биосферы, когда природа была молода, созидание преобладало над разрушением, из первичной атмосферы были изъяты в большом количестве метан, сероводород, углекислый газ, а концентрация свободного кислорода, отсутствовавшего прежде, была доведена до нынешней (21%). При достижении расцвета теплокровных животных в биосфере это неравенство перешло в относительное равновесие. В этот период появился и человек. С момента расцвета промышленности до настоящего времени процессы разрушения стали преобладать над созиданием.

В наше время особое значение приобретает еще одна функция живого - биогеохимическая деятельность человечества. Анализируя эту функцию, В.И. Вернадский фактически первым четко сформулировал концепцию комплексного воздействия человечества

на лик Земли, что значительно позже стали называть антропогенным (антропическим) воздействием на окружающую среду.

4 Принципы, положенные в основу учения о биосфере.

В основу учения о биосфере положены важные принципы о существующих в природе взаимосвязях. Эти взаимосвязи долгое время не учитывались человеком в его деятельности. Ф. Энгельс в книге «Диалектика природы» писал: «Людам, которые в Месопотамии, Греции, Малой Азии, других местах выкорчевывали леса, чтобы получить таким путем пахотную землю, и не снилось, что они этим положили начало нынешнему запустению этих стран, лишив их, вместе с лесами, центров скопления и сохранения влаги. Когда альпийские итальянцы вырубали на южном склоне гор хвойные леса, так заботливо охраняемые на северном, они не предвидели, что этим подрезают корни высокогорного скотоводства в своей области; еще меньше они предвидели, что этим они на большую часть года оставят без воды свои горные источники, с тем чтобы в период дождей эти источники могли изливаться на равнину тем более бешеные потоки».

Чтобы выявить существующие в природе взаимосвязи, часто требуются длительные наблюдения. Это обусловлено медленностью процессов взаимодействия и многочисленностью звеньев цепи в элементах природы. Сведения о существующих в природе взаимосвязях постепенно накапливались, и в конце XIX века появились глубокие обобщения. В.В. Докучаев в работе "Учение о зонах природы", других работах заложил основы комплексной науки, предметом которой стала та вековечная и закономерная связь, какая существует между силами, телами и явлениями природы. Согласно этому учению, к природе следует подходить как к единому целому, как к комплексу, все части которого тесно связаны друг с другом. Изменения хотя бы одного из элементов этого комплекса вызывают изменения в других его частях и, как следствие, комплекса в целом. Данные положения составляют основу закона о всеобщей взаимосвязи и взаимозависимости предметов и явлений в природе. Взаимосвязь явлений и предметов служит основой равновесия, устойчивости биосферы. В основе взаимосвязи элементов природы лежит миграция химических элементов всех сред. Миграция химических элементов в биосфере связана с жизнедеятельностью живых организмов - их дыханием, питанием, размножением, смертью и разложением. Ведущее значение имеет миграция элементов, связанная с образованием растительного покрова и разложением мертвых остатков организмов, т.е. обмен веществ между живыми

организмами и средой обитания. Живые организмы являются главным фактором миграции химических элементов. В.И. Вернадский отмечал, что на земной поверхности нет химической силы более постоянно действующей, а поэтому более могущественной по своим конечным последствиям, чем организмы, взятые в целом. Захватывая энергию Солнца, живое вещество создает химические соединения, при распадении которых эта энергия освобождается в форме, могущей производить химическую работу. Благодаря деятельности организмов образуются почва и кора выветривания, формируется химический состав подземных и поверхностных вод, определяется состав атмосферы.

В процесс обмена веществ между живыми организмами и их средой активно вовлечены химические элементы и соединения атмосферы (углекислый газ, вода, кислород, азот) и литосферы (кальций, магний, калий, кремний, железо, алюминий, фосфор и др.). В общем, миграция химических элементов определяется двумя противоположными процессами: 1. Образованием живого вещества из элементов окружающей среды за счет солнечной энергии. 2. Разрушением органических веществ, сопровождающихся выделением энергии, в результате чего элементы переходят из органических соединений в минеральные. Эти процессы протекают многократно и в совокупности образуют круговорот веществ в природе. Круговорот веществ есть многократно (бесконечно) повторяющийся процесс совместного, взаимосвязанного превращения и перемещения веществ в природе. Например, весь кислород планеты - продукт фотосинтеза зеленых растений обновляется через каждые 2000 лет, углекислый газ - через 300 лет, вода - 2 млн. лет. Выделяют (М.М. Камшилов, 1974) большой, или геологический круговорот, наиболее ярко проявляющийся в круговороте воды и циркуляции атмосферы, и малый, или биологический. Последний развивается на основе большого абиотического, используя его особенности.

Итак, миграция химических элементов и круговорот веществ лежат в основе существующих в природе взаимосвязей.

ЛЕКЦИЯ 10. БИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ, ОСНОВНЫЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ

1 Понятие о биологическом круговороте.

2 Круговорот азота, фосфора, углерода, серы, железа.

1 Понятие о биологическом круговороте.

Биологический круговорот – это возникший одновременно с появлением жизни на Земле круговорот химических элементов и веществ, осуществляемый жизнедеятельностью организмов. Он играет особую роль в биосфере. По этому поводу Н.В. Тимофеев-Ресовский писал: «Происходит огромный, вечный, постоянно работающий биологический круговорот в биосфере, целый ряд веществ, целый ряд форм энергии постоянно циркулируют в этом большом круговороте биосферы» (М.М. Камшилов, 1974; В.А. Вронский, 1997). В закономерностях биологического круговорота решена проблема длительного существования и развития жизни. На теле конечного объема, какова Земля, запасы доступных минеральных элементов, необходимых для осуществления функции жизни, не могут быть бесконечными. Если бы они только потреблялись, жизнь рано или поздно должна была бы прекратиться. «Единственный способ придать ограниченному количеству свойство бесконечного, - пишет В.Р. Вильямс, - заставить его вращаться по замкнутой кривой». Жизнь использовала именно этот метод. «Зеленые растения создают органическое вещество, незеленые разрушают его. Из минеральных соединений, полученных от распада органического вещества, новые зеленые растения строят новое органическое вещество и так без конца». С учетом этого, каждый вид организмов представляет собой звено в биологическом круговороте. Используя в качестве средств существования тела или продукты распада одних организмов, он должен отдавать в среду то, что могут использовать другие. Особенно велика роль микроорганизмов. Минерализуя органические остатки животных и растений, микроорганизмы превращают их в «единую валюту» – минеральные соли и простейшие органические соединения типа биогенных стимуляторов, снова используемые зелеными растениями при синтезе нового органического вещества. Один из главных парадоксов жизни заключается в том, что ее непрерывность обеспечивается процессами распада, деструкцией. Разрушаются сложные органические соединения, высвобождается энергия, теряется запас информации, свойственный сложно организованному живым телам. В результате деятельности деструкторов, преимущественно микроорганизмов, любая форма жизни неизбежно будет включаться в биологический круговорот. Поэтому с их помощью осуществляется естественная саморегуляция биосферы. Два свойства позволяют микроорганизмам играть столь важную роль: возможность сравнительно быстро приспосабливаться к различным условиям и способность использовать в качестве источника углерода и энергии

самые различные субстраты. Высшие организмы не обладают такими способностями. Поэтому они могут существовать лишь в качестве своеобразной надстройки на прочном фундаменте микроорганизмов. Биологический круговорот, основанный на взаимодействии синтеза и деструкции органического вещества, - одна из самых существенных форм организации жизни в планетарном масштабе. Только она обеспечивает непрерывность жизни и ее прогрессивное развитие.

В качестве звеньев биологического круговорота выступают особи и виды организмов разных систематических групп, взаимодействующие между собой непосредственно и косвенно с помощью многочисленных и многосторонних прямых и обратных связей. Биологический круговорот планеты также представляется сложной системой частных круговоротов – экологических систем, связанных между собой различными формами взаимодействия.

Биологический круговорот осуществляется в основном по трофическим (пищевым) цепям (рис. 15).

При важной роли в нем растений и животных, поток биогенных элементов, как азот, фосфор, сера через популяции микроорганизмов в круговороте примерно на порядок выше, чем через популяции растений и животных. Важным показателем интенсивности биологического круговорота является скорость обращения химических элементов. В качестве показателя этой интенсивности можно использовать скорость накопления и разложения мертвого органического вещества, образующегося в результате ежегодного опада листьев и отмирания организмов.

Отношение, например, массы подстилки к той части опада, которая формирует подстилку, служит показателем скорости разложения опада и освобождения химических элементов. Чем выше этот индекс, тем меньше интенсивность биологического круговорота в данной экосистеме. Наибольшей величиной индекса (более 50) характеризуются заболоченные леса и тундра. В темнохвойных лесах индекс составляет 10 – 17, в широколиственных – 3 – 4, в степях – 1,0 – 1,5, в саваннах – не более 0,2. Во влажных тропических лесах растительные остатки практически не накапливаются (индекс не более 0,1). Поэтому здесь биологический круговорот наиболее интенсивный.

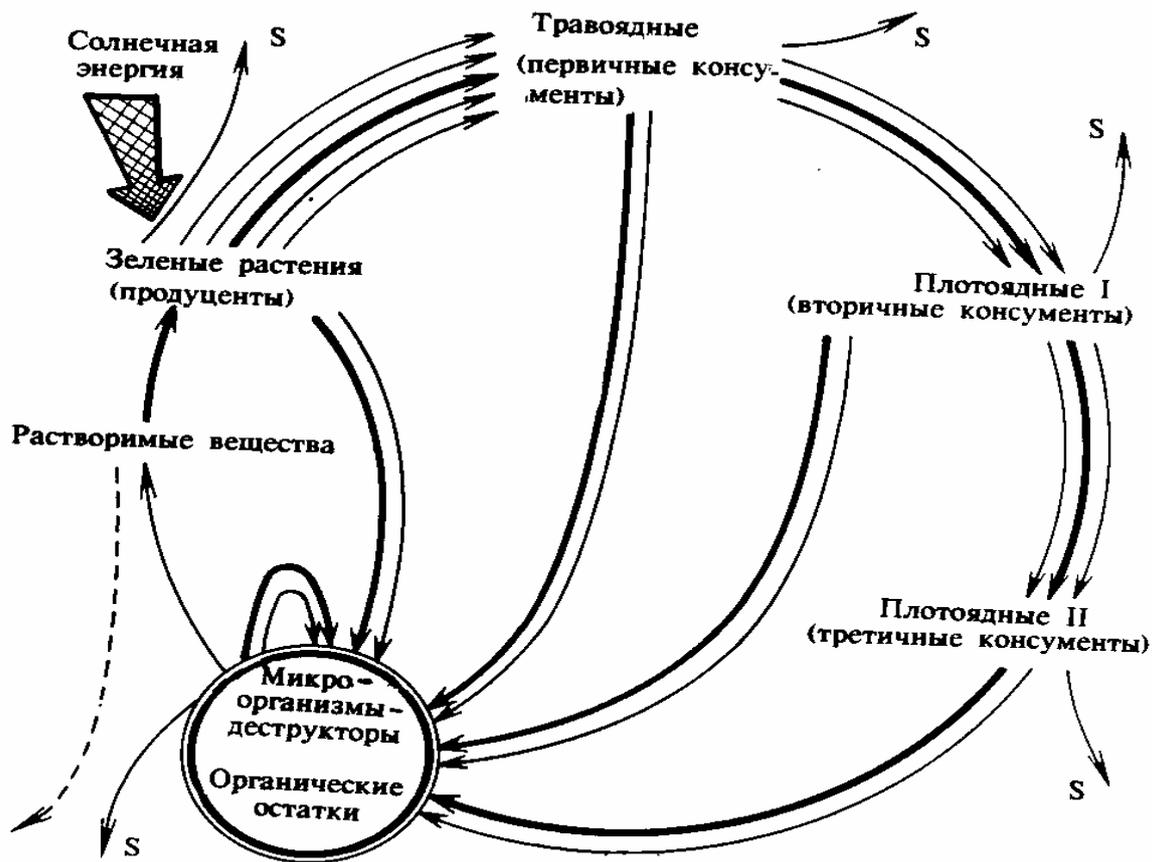


Рис. 15. Круговорот веществ (жирные линии) и поток энергии (тонкие линии) в биосфере (В.А. Радкевич, 1997: по Ф. Рамаду, 1981): S-энтропия

Для понимания биосферных процессов большое значение имеют биогеохимические циклы. Благодаря непрерывному функционированию системы «атмосфера – почва – растения – животные – микроорганизмы» сложился биогеохимический круговорот многих химических элементов и их соединений, охватывающий сушу, атмосферу, гидросферу. Именно поэтому живое вещество на Земле уже многие миллионы лет является фактором геологического значения.

2 Круговорот азота, фосфора, углерода, серы, железа.

Круговорот азота – один из самых сложных круговоротов в природе. Хотя атмосфера содержит большое количество азота, однако, чтобы азот использовать, необходима его фиксация в виде определенных химических соединений. Свободный азот инертен и в биологических процессах не участвует.

Для того, чтобы участвовать в построении органического вещества, он должен быть связан в виде соединений NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ .

Фиксация азота происходит в процессе вулканической

деятельности, при грозовых разрядах в атмосфере в процессе ионизации, при сгорании метеоритов. Большую роль играют в этом процессе микроорганизмы – азотфиксаторы, нитрификаторы, денитрификаторы.

Они являются как свободно живущими, так и обитающими на корнях, а иногда и на листьях некоторых растений. Общее количество фиксированного азота является значительным и весьма важным для глобального круговорота.

В почве непрерывно идут два процесса: ион аммония NH_4^+ окисляется до нитрита (NO_2^-) и нитрата (NO_3^-) нитрифицирующими бактериями, а нитраты и нитриты восстанавливаются до газообразного азота (N_2) или до закиси азота (N_2O) при участии денитрифицирующих бактерий. Оба эти процесса идут с выделением энергии, а бактерии используют эту энергию для ассимиляции органического вещества. Они относятся к хемоавтотрофам.

Соединения аммония, нитриты и нитраты поступают в организм растений (первые усваиваются хуже остальных), где с их участием строятся органические вещества, в первую очередь аминокислоты, а затем – более сложные белки. При поедании растений они переходят в тело консументов и там преобразуются (рис. 16).

Содержание азота в поверхностных слоях воды пополняется за счет его выноса с суши, подъема из морских глубин, за счет выпадения аммиака из атмосферы в океан и разложения трупов обитателей поверхностных слоев океана.

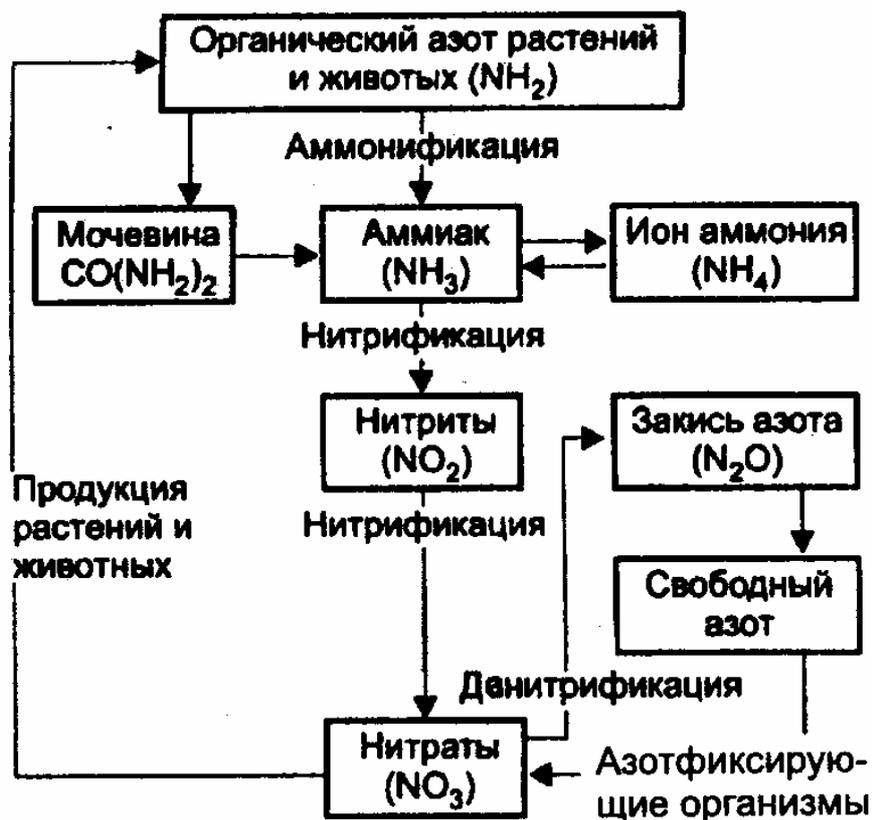


Рис. 16. Схема круговорота азота в биосфере (В.В. Маврищев, 2000)

Вероятно, одним из самых крупных вмешательств человека в круговорот веществ в природе является промышленная фиксация азота. Количество азота, фиксируемого в виде удобрений, значительно возросло в 80-х годах и превысило 100 млн. т. Вместе с азотом, фиксируемым культурными бобовыми, это уже на 16 % превысило количество азота, ранее фиксируемого в природе. Так как мы недостаточно осмотрительно обращаемся с азотными удобрениями и азотсодержащими отбросами, реки и озера могут перенасытиться азотом, попадающим в них с водой.

В таких водоемах и подземных водах концентрация азота может настолько повыситься, что вода станет вообще непригодной для питья.

Если ранее количество поступающего в почву фиксированного азота полностью уравнивалось процессами, возвращающими свободный азот в атмосферу, то в настоящее время, при вмешательстве человека, процессы денитрификации вряд ли успевают за нитрификацией. Чтобы поддержать равновесие в круговороте азота, необходимо искусственно развивать процессы денитрификации.

Нарушение круговорота азота. При использовании удобрений нарушается круговорот азота. Промышленный синтез азотных удобрений и их рассеивание по поверхности земли вносят серьезные изменения в его биогеохимический круговорот. Увеличение количества азота за счет деятельности человека - очень опасное явление, так как вводимые в избытке нитраты не полностью денитрифицируются и равновесие между процессами нитрификации и денитрификации, до недавнего времени существовавшее в биосфере, оказалось, по мнению экспертов, нарушено. Ежегодный избыток нитратов достигает значительных величин. Они аккумулируются преимущественно в гидросфере, благодаря выщелачиванию и выносу их из чрезмерно удобренных земель. Поэтому экологические последствия нарушения круговорота азота с наибольшей остротой проявляются в водной среде.

Фосфор является одним из главных органогенных элементов, одним из основных составляющих живого вещества, в котором он содержится в большом количестве.

Его органические соединения играют важную роль в процессах жизнедеятельности всех растений и животных, входят в состав нуклеиновых кислот, сложных белков, фосфолипидов, мембран, служат основой биоэнергетических процессов. Запасы фосфора, доступные живым существам, полностью сосредоточены в литосфере (апатиты, фосфориты). В земной коре его содержание не превышает 1 %, что является основным фактором, лимитирующим продуктивность многих экосистем. На поверхности суши протекает интенсивный круговорот фосфора в системе "почва - растения - животные - почва". Круговорот фосфора происходит и в системе "суша - Мировой океан".

В водные экосистемы фосфор приносится текучими водами. Реки непрерывно обогащают океан фосфатами, что способствует развитию фитопланктона и другой растительности. В конечном итоге растворимые фосфаты попадают в донные отложения, а часть выносятся на сушу (через потребление рыб птицами). Подсчитано, что всеми видами подземных и поверхностных стоков каждый год выносятся 1 млн. т. фосфора. Это необычайно много. На сушу возвращается только 60 тыс. т. Остальное (940 тыс.т.) - безвозвратные потери. С удобрениями всех видов в почвы вносится около 70 тыс. т. фосфора (в суперфосфате только 9 % чистого фосфора, а остальное - пустая порода). Если проследить все превращения фосфора в масштабе биосферы, то окажется, что его круговорот не замыкается.

В наземных экосистемах круговорот фосфора проходит в оптимальных естественных условиях с минимумом потерь на

выщелачивание, в океане же все обстоит иначе. Это связано с беспрестанной седиментацией органических веществ, в частности, обогащенных фосфором трупов рыб, фрагменты которых постоянно накапливаются на дне моря. Сюда также опускается дождь "трупов" из фито-, зоопланктона. Фосфаты, отложенные на больших морских глубинах, выключаются из круговорота до тех пор, пока тектонические движения не поднимут к поверхности осадочные породы. Таким образом, замкнутый цикл осадочных элементов имеет продолжительность, измеряемую геологическими периодами.

Следовательно, если рассматривать круговорот фосфора за сравнительно короткий период, то он незамкнут. Действительно, происходит частичное поступление фосфора из океана на сушу, которое осуществляется главным образом птицами, питающимися рыбой. Перуанские залежи гуано свидетельствуют о крупномасштабности этого явления в некоторых районах Земли. Вылавливая морских животных, человек в какой-то мере также участвует в этом процессе. Но количество фосфора, которое поступает ежегодно на сушу благодаря рыболовству, уступает количеству фосфора, вносимому в гидросферу при выщелачивании растворимых фосфатных удобрений.

Таким образом, в естественных условиях механизм возвращения фосфора на сушу совершенно не способен компенсировать потери этого элемента на седиментацию. Человек еще ускоряет эту тенденцию, внося в обрабатываемые земли удобрения, богатые фосфором.

Биосфера представляет собой сложную сеть соединений углерода, которые непрерывно возникают, изменяются и разлагаются. Эта динамическая система поддерживается благодаря способности океанического фитопланктона и наземных растений улавливать энергию солнечного света и использовать ее для превращения диоксида углерода и воды в самые разнообразные и

сложно устроенные органические молекулы.

В круговороте углерода определяющую роль играет оксид СО и диоксид СО₂, ввод и вывод которых осуществляется с участием естественного круговорота. Без сомнения, это самый интенсивный из всех биогеохимических циклов. С высокой скоростью углерод циркулирует между различными неорганическими средами и через посредство пищевых сетей внутри сообществ живых организмов.

Углерод - первостепенный биогенный элемент. В природе он существует в двух преобладающих минеральных формах: в виде карбонатов, известняков биогенного происхождения, которые составляют мощные отложения в некоторых зонах литосферы, а главным образом в виде диоксида углерода СО₂, который является циркулирующей формой неорганического углерода.

За счет атмосферного СО₂ автотрофные растения суши осуществляют первичное продуцирование. В масштабах всей планеты первичная продукция, по некоторым оценкам, составляет 160-240 млрд. т/год (сухая масса). Это соответствует многим десяткам млрд.т. углерода, ежегодно участвующего в фотосинтезе. Диоксид углерода имеет большую мобильность. Резервуаром СО₂ являются атмосфера и океан. Количество растворенного в воде СО₂ (в океане) в 50 раз больше

общего его содержания в атмосфере. Существует обмен CO_2 между гидросферой, атмосферой и литосферой.

При выпадении карбоната кальция в осадок, увеличивается, например, мощность раковин морских животных. Освободившийся же CO_2 , выделяется в атмосферу. С повышением содержания CO_2 в атмосфере избыток его растворяется в морской воде, что приводит к обратному превращению карбоната кальция в бикарбонат и переходу его в растворимое состояние. Процесс регулирования содержания CO_2 в воде океана иллюстрируется реакцией: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \leftrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. Всего в биосфере содержится $130 \cdot 10^{12}$ т растворенного CO_2 , т.е. почти в 60 раз больше, чем в атмосфере. Скорость круговорота его велика. Запасы углерода, имеющегося на поверхности Земли или близ нее, составляют $20 \cdot 10^{15}$ т, и лишь несколько долей процента его обращается в биосфере. Подавляющая же часть углерода сосредоточена в неорганических соединениях (главным образом в карбонатах) и в каустобиолитах, которые накапливаются сотни млн. лет.

Циркуляцию углерода в биосфере обуславливают два фундаментальных биологических процесса: фотосинтез и дыхание. Атмосферный и растворенный в воде CO_2 - единственный источник неорганического углерода, из которого благодаря хлорофилльной ассимиляции вырабатываются биохимические субстанции, составляющие живую клетку.

Живые организмы, авто- или гетеротрофные, потребляют энергию для того, чтобы в процессе обмена веществ совершать - химическую, механическую (движение), электрическую (нервные клетки) работу, необходимую для их существования, роста и размножения. Продукция клеток гетеротрофных организмов является результатом питания, энергия которой расходуется на дыхание - процесс противоположный фотосинтезу. Оно сопровождается эффектом, прямо противоположным фотосинтезу - выделением CO_2 . Расход O_2 и выделение CO_2 находятся в равномолекулярной пропорции.

Дыхание присуще автотрофным и гетеротрофным организмам. В каждой экосистеме органическая продукция утилизируется не только в пищевых цепях. Растительные остатки, отмершие растения, выделения и трупы - важная часть первичной и вторичной продукции. Они подвергаются в аэробных условиях окислительному разложению до полной минерализации многочисленными сапрофитами и почвенными бактериями-редуцентами. Существует еще один путь разложения, так называемая ферментация, которая ведет к частичному разложению субстратов в анаэробных условиях с выделением CO_2 .

В почве часто цикл углерода замедляется. Органическое вещество минерализуется не полностью, а трансформируется в комплекс производных органических кислот, образующих гумус, определяющий плодородие почв. Органический комплекс накапливается в различных осадочных породах. Тогда наблюдается стагнация или блокирование круговорота углерода - образование торфа, залежей угля, нефти и других углеводородных ископаемых.

Совокупность этих явлений и образует цикл общей циркуляции углерода в биосфере (рис. 17).

С начала четвертичного периода до появления современного промышленно развитого общества круговорот углерода в биосфере был практически безупречен. Большая часть годовой первичной продукции разлагалась при дыхании автотрофных и гетеротрофных организмов, а выдыхаемый CO_2 почти полностью компенсировал количество CO_2 , удаляемого из атмосферы фотосинтезом.

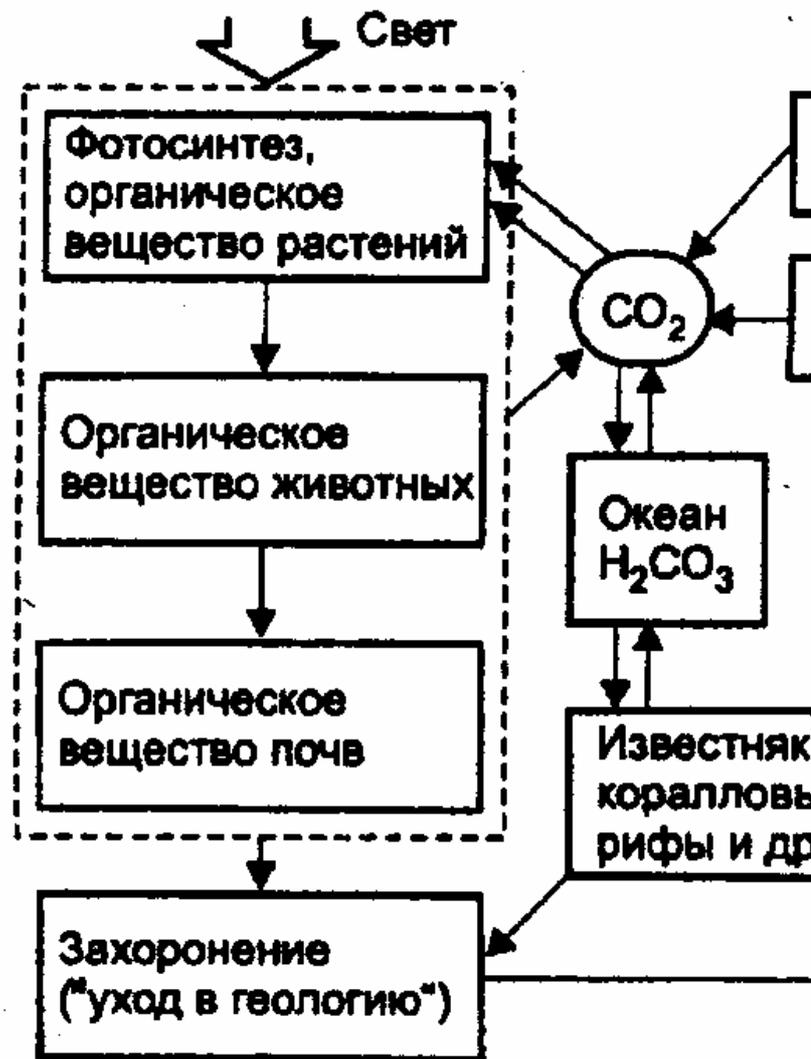


Рис. 17. Схема круговорота углерода в биосфере
(В.В. Маврищев, 2000)

Ежегодно в фотосинтез вовлекается около 110 млрд. т CO_2 , т.е. около 5 % всего атмосферного запаса этого газа. Расход CO_2 уравнивается поступлением его в атмосферу за счет процессов окисления. В норме между количеством CO_2 и O_2 в атмосфере из года в год сохраняется приблизительно равновесие.

В настоящее время сжигается большое количество топлива, идет интенсивная вырубка лесов и соответственно увеличение концентрации CO_2 в атмосфере, что может иметь весьма серьезные последствия, выражающиеся в парниковом эффекте. Человек должен планировать свою хозяйственную деятельность с учетом цикличности природных процессов (рис. 18).

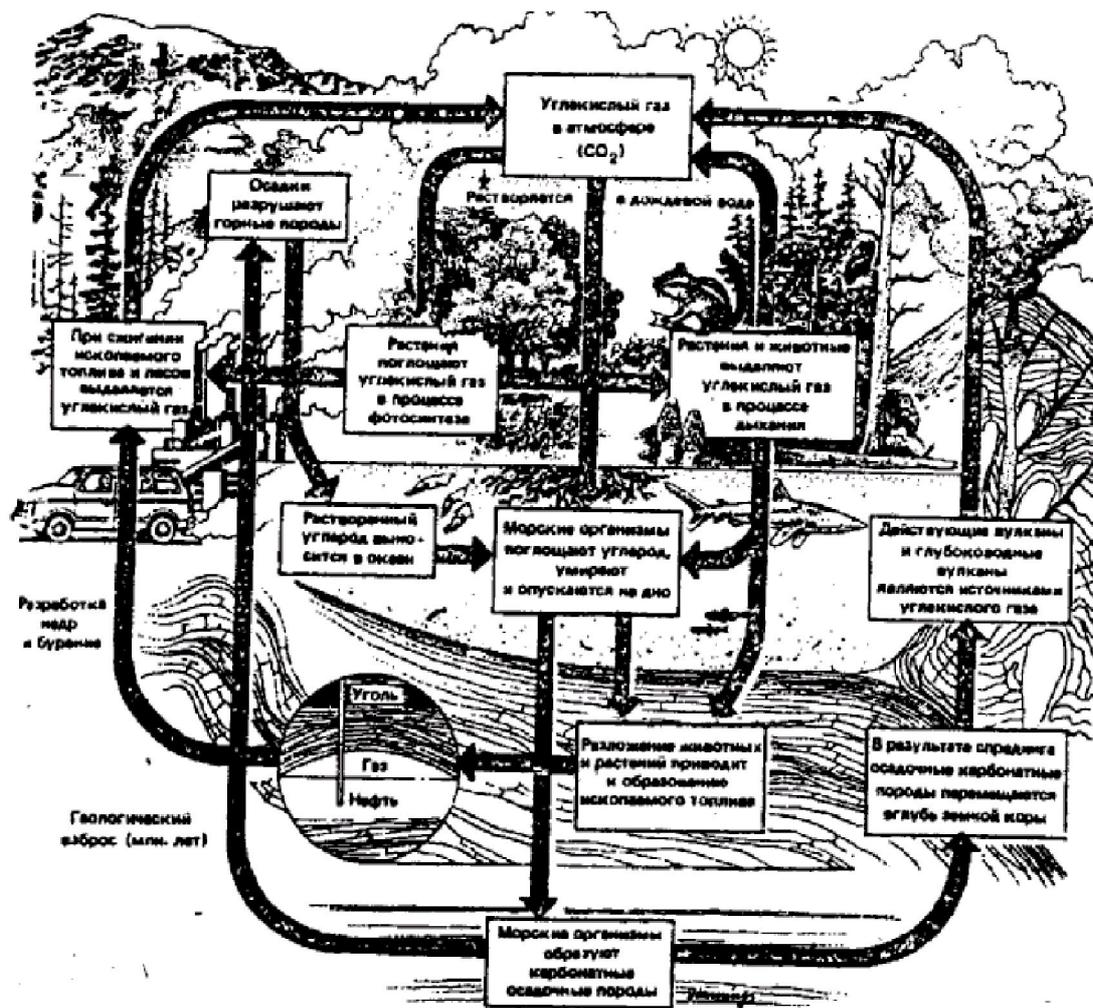


Рис. 18. Круговорот углерода в биосфере, включающий последствия антропогенной деятельности (В.А. Вронский, 1997: по Т. Миллеру, 1993)

Большую роль в общем круговороте веществ в природе кроме рассмотренных элементов играют также кислород, сера, железо.

ЛЕКЦИЯ 11. ПРОДУКТИВНОСТЬ БИОСФЕРЫ

- 1 Продуктивность биосферы.
2. Валовая и чистая первичная продукция.

1 Продуктивность биосферы.

Вся биосфера с точки зрения глобальных оценок ее биомассы и продуктивности характеризуется следующими цифрами. Биомасса (масса живого вещества) биосферы по сравнению с массой Земли незначительная. Она составляет всего 0,1% массы земной коры и

равна примерно $2,4 \cdot 10^{12}$ т сухого вещества. Основная масса живого вещества биосферы (99,87%) сосредоточена на континентах, биомасса Мирового океана составляет 0,13%. На суше биомасса зеленых растений равна 99%, а животных и микроорганизмов - 1%, в океанической сфере, наоборот, биомасса животных почти в 30 раз превышает биомассу растений. Растения в процессе фотосинтеза ежегодно создают массу органического вещества, равную 10% от их биомассы, и как продуценты определяют продуктивность биосферы. Термин «продуктивность» (аналогично ему «продукция») происходит от слова «продуцировать», что означает производить. Отсюда продуцирование - это производство, а продуктивность означает производительность. В биологическом отношении продуктивностью (биологической продуктивностью) называется прирост общей биомассы представителей, обитающих на той или иной территории. Биологическую продуктивность можно выразить первичной продукцией за сезон, год или за любую другую единицу времени (как за сутки, месяц). Например, в водоемах разной продуктивности первичная продукция имеет следующие величины: в высокопродуктивных – более 350 г С/м^2 за год, продуктивных – $100 - 350$, средней продуктивности – $30 - 100$, низко продуктивных – менее 30 г С/м^2 за год. Выделяют два вида первичной продукции - валовую и чистую.

2 Валовая и чистая первичная продукция.

Валовая первичная продукция характеризует общую скорость фотосинтеза. Чистая первичная продукция складывается из разности между валовой (энергия фотосинтеза) и той частью, которая использовалась на дыхании растений. Чистая продукция = $E_{\text{фотосинтеза}} - E_{\text{дыхание}}$, она дает представление об итоге процессов построения и разрушения органических веществ за рассматриваемое время (Г.Г. Винберг, 1960). У травянистых растений на дыхание используется 40- 50%, а у древесных растений – 70-80% валовой первичной продукции. Суммарный прирост органического вещества (валовая первичная продукция) Земли за год составляет около 230 млрд. тонн сухой массы (в литературе приводятся и другие данные). Эффективность использования солнечной радиации в процессе фотосинтеза невелика. В среднем на синтез органического вещества тратится 0,1 - 0,2% от приходящей энергии Солнца - $1,2 \cdot 10^{20}$ кДж за год.

Концентрация живого вещества
(биомасса) и скорость ее нарастания

(продуктивность) в различных участках биосферы различна. В зависимости от широтной и высотной зональности продуктивность ландшафтных зон и экологических систем континентальной и океанической биосфер резко различаются (рис. 19).

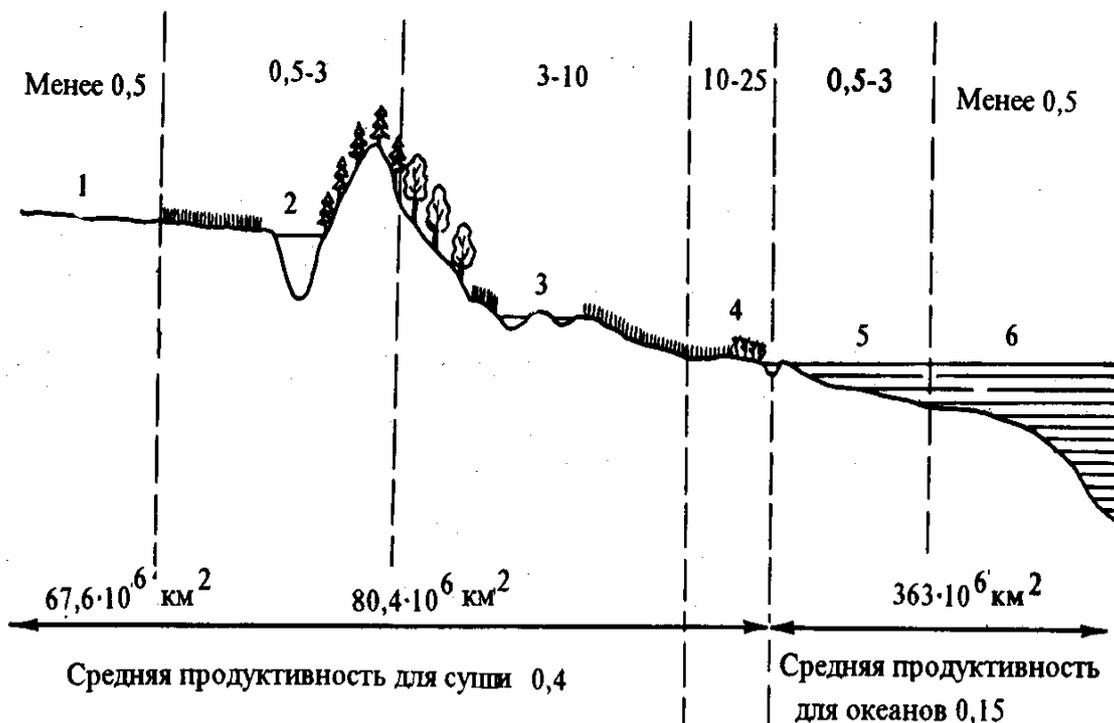


РИС. 19. СУТОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

(по Ю. Одуму из Р. Дажо, 1975):

1 – пустыни и Антарктика; 2 – степи, саванны, глубокие озера, высокогорные леса; 3 – территории, временами используемые под сельскохозяйственные культуры; 4 – эстуарии, территории, интенсивно используемые под сельскохозяйственные культуры, мангровые леса, коралловые рифы; 5 – морские литорали; 6 – открытое море.

Большую роль в биосфере играют деструкторы. Они составляют менее 1% от суммарной биомассы организмов планеты, но

перерабатывают массу органического вещества, в 10 раз превосходящую их собственную. Живое вещество является наиболее активной формой материи, самой важной энергетической частью Земли.

ЛЕКЦИЯ 12. ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ.

- 1 Важнейшие преобразования в эволюции биосферы.
- 2 Ноосфера – качественно новое состояние биосферы.

1 Важнейшие преобразования в эволюции биосферы.

Биосфера возникла в итоге длительной эволюции материи в направлении жизни. Одна из главных особенностей жизни – круговорот органического вещества, основанный на постоянном взаимодействии противоположных процессов синтеза и деструкции. Этот биологический круговорот, по-видимому, возник очень рано. На его основе шло формирование всех других особенностей, отличающих живые организмы от тел неживой природы. Первичные существа Земли обладали гетеротрофным обменом. Дальнейший этап эволюции связан с переходом от первичной гетеротрофности к хемосинтезу, затем - к возникновению автотрофного обмена у растений.

Эволюционно обменные процессы у растений строятся как бы на каркасе гетеротрофного механизма, имеющего универсальное значение для живых существ. Автотрофные организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических, сыграли фундаментальную роль в поддержании и развитии жизни на Земле.

Способность биосферы эволюционировать, сохраняя при этом устойчивость, определяется тем, что она представляет собой систему относительно независимых экосистем (биогеоценозов). По мере развития сообществ, экосистем (биогеоценозов) происходило насыщение их большим числом видов, что приводило к усложнению межвидовых отношений и увеличению числа действующих в них биотических факторов. В эволюции биосферы в результате жизнедеятельности организмов были медленные, но постоянные перестройки биотических отношений. Развитие разнообразных связей между организмами приводило к тому, что экосистемы (биогеоценозы) приобретали элементы целостности, устойчивости, относительной независимости в развитии, что способствовало противостоянию различным внешним воздействиям.

В общем, важнейшими событиями эволюции биосферы были: 1) становление биотического круговорота, его расширение и усложнение структуры; 2) возникновение и эволюция основных типов питания организмов - первично-гетеротрофного, автотрофного (хемо- и фототрофного) и вторично-гетеротрофного; 3) возникновение разных типов биотических отношений (конкуренции, хищничества, паразитизма, симбиоза и т.д.).

Эволюция живой природы сопровождалась постоянным усложнением биосферы, нарастанием разнообразия и сложности экосистем (биогеоценозов), экспансией жизни, охватывающей ныне всю поверхность планеты, усиливающейся дифференциацией живой оболочки. Результатом миллиардов лет эволюции является современная биосфера Земли, дифференцированная на множество экосистем (биогеоценозов) и включающая более 2,5 миллионов ныне живущих видов (за всю историю Земли по приблизительным расчетам существовало примерно 500 миллионов видов). Одним из результатов дифференциации биосферы в ходе эволюции было, очевидно, и повышение ее устойчивости в целом.

Основные этапы эволюции биосферы как глобальной среды жизни на Земле с позиций закономерности и последовательности формирования основных сред жизни следующие:

I - возникновение и развитие жизни в воде;

II - появление у гидробионтов паразитов, мутуалистов, то есть формирование новой среды жизни - организмов-хозяев;

III - заселение организмами суши со сформировавшимися новыми средствами жизни: наземно-воздушной и почвой;

IV - появление человека и превращение его из обычного биологического вида в биосоциальное существо.

V - переход биосферы под влиянием разумной деятельности человека в новое качественное состояние - в ноосферу.

2 Ноосфера – качественно новое состояние биосферы.

Под ноосферой понимают сферу воздействия природы и общества,

в котором разумная деятельность людей становится главным, определяющим фактором развития. Название ноосфера происходит от греческого "ноос" – разум и обозначает, таким образом, сферу разума. Французский ученый-математик Э. Леруа, находясь под впечатлением лекций В.И. Вернадского, прочитанных в Сорбонне, в 1927 г. ввел понятие ноосферы, подразумевая под ним современную геологическую стадию развития биосферы. В дальнейшем геолог и палеонтолог П. Тейяр-де-Шарден разработал собственные представления о ноосфере, изложенные им в книге "Феномен человека". В этой книге автор определил ноосферу как "новый покров", "мыслящий пласт". В.И. Вернадский – создатель учения о биосфере рассматривал ноосферу как высшую стадию развития биосферы, связанную с возникновением и развитием в ней человеческого общества, которое, познавая законы природы и, развивая технику до самого высокого уровня ее возможностей, становится крупнейшей планетарной силой, превышающей в скором времени по своим масштабам все известные геологические процессы. При этом человеческое общество начинает оказывать определяющее влияние на ход всех процессов в биосфере, глубоко изменяя ее своим трудом. В.И. Вернадский впервые обосновал единство человека и биосферы. После В.И. Вернадского накопился и накапливается огромный фактический материал по биосфере, по производственной деятельности человеческого общества.

Стадия развития биосферы, в которой в настоящее время проживает человечество, называется техносфера (от греч. – искусство, мастерство и шар, сфера). Под техносферой понимают часть биосферы, которая преобразована людьми с помощью прямого и косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человечества (В.А. Вронский, 1997). В своих главных проявлениях техносфера характеризуется следующими признаками:

1. Возрастающим количеством извлекаемого материала литосферы.
2. Крупномасштабным использованием ископаемого топлива, продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох, преимущественно, в энергетических целях (в качестве горючего материала). В связи с этим в биосфере химическое равновесие смещается в сторону, противоположную глобальному процессу фотосинтеза. Это неизбежно приводит к росту содержания углекислого газа в биосфере и уменьшению содержания свободного кислорода.
3. Процессы в техносфере приводят к рассеиванию энергии Земли,

а не к ее накоплению, что было характерно для биосферы до появления человека.

4. В техносфере в массовом количестве создаются вещества, ранее в биосфере отсутствующие.

5. Ноосфера выходит за пределы биосферы, в связи с освоением космического пространства. Появляется принципиальная возможность создания искусственных биосфер на других планетах. В существовании человеческого общества в обстановке техносферы приобретают важное значение охрана окружающей среды, уровень экологической культуры, рациональное природопользование. Последнее представляет собой систему деятельности, призванной обеспечить экономное использование природных ресурсов и их воспроизводство с учетом перспективных интересов развивающегося народного хозяйства и сохранения здоровья людей. Общее беспокойство в связи с ухудшением состояния природной среды привело к созданию международной Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП). Успешно выполнялась межправительственная научно-исследовательская программа "Человек и биосфера" (МАБ). В рамках ЮНЕП важное значение имело создание глобальной системы мониторинга (от лат. "предупреждающий", "предостерегающий") окружающей среды. Основной целью мониторинга явилось получение информации об исходном состоянии окружающей среды, современном уровне ее загрязнения, тенденциях изменения качества. Такая информация необходима для оптимального управления средой и служит основой для принятия решений в области сохранения биосферы Земли (подробные данные по мониторингу приводятся в специальном разделе).

Лекция 13. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

1 Понятие о природных ресурсах.

2 Классификация природных ресурсов.

1 Понятие о природных ресурсах.

Природные ресурсы - это любые объекты природы, используемые человеком в производственных и других нужных для него целях. К природным ресурсам относят атмосферный воздух, почву, воду, солнечную радиацию, полезные ископаемые, климат, биологические

ресурсы (растительность, животный мир).

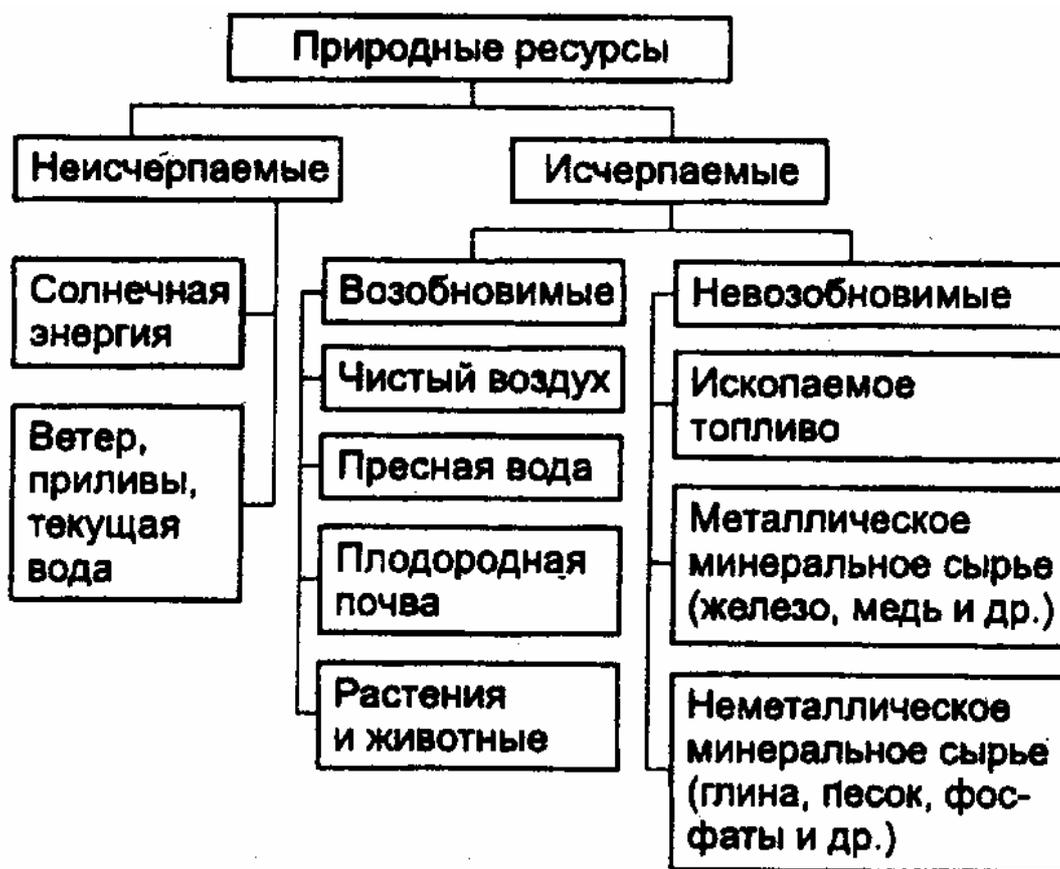
Природа таит в себе неограниченные возможности для удовлетворения потребностей человека. Однако только силой научного познания в процессе практической производственной деятельности человек заставляет природные ресурсы служить удовлетворению своих потребностей.

Человек использовал природные ресурсы (прежде всего пищу, воду, воздух) с самого начала своего существования, однако долго не прилагал усилий для их воспроизводства. В доиндустриальном обществе использовались главным образом вещества, не прошедшие глубокой обработки - камень, дерево, натуральные волокна и т.д. Индустриальное общество базируется на природных ресурсах, нужных, прежде всего, для производства товаров и услуг, обеспечивающих более развитые потребности общества. Подавляющая часть ресурсов расходуется в процессе расширенного воспроизводства.

2 Классификация природных ресурсов.

Существует множество различных классификаций ресурсов. По характеру воздействия человека природные ресурсы обычно делят на две группы: неисчерпаемые и исчерпаемые (В.А. Вронский, 1997), которые представлены на рис. 20.

Исчерпаемые ресурсы, в свою очередь, подразделяются на невозобновимые (невосстанавливаемые) и возобновимые (восстанавливаемые).



**Рис. 20. Основные типы природных ресурсов
(по В.А. Вронскому, 1996)**

К невозобновимым природным ресурсам относятся те из них, которые абсолютно не восстанавливаются или восстанавливаются в сотни тысяч и миллионы раз медленнее, чем идет их использование. К таким ресурсам принадлежит большинство полезных ископаемых - каменный уголь, нефть, торфяники, многие осадочные породы. Использование этих ресурсов неминуемо ведет к их истощению.

Охрана невозобновимых природных ресурсов сводится к рациональному, экономному использованию, борьбе с потерями при добытии, перевозке, обработке и применении, а также к поиску заменителей.

К возобновимым природным ресурсам принадлежат прежде всего биологические ресурсы - растительность, животный мир, а также почва, некоторые минеральные ресурсы, например, соли, осаждающиеся в озерах и морских лагунах.

Эти ресурсы по мере использования постоянно восстанавливаются. Однако для сохранения их способности к восстановлению нужны определенные естественные условия. Нарушение этих условий задерживает или вовсе прекращает процесс самовосстановления, что

следует учитывать при использовании возобновимых природных ресурсов. Процессы восстановления протекают с определенной скоростью для разных ресурсов. Например, для восстановления животных требуется год или несколько лет, леса - не менее 60 лет, а почвы - несколько тысячелетий. Поэтому темпы расходования природных ресурсов должны соответствовать темпам их восстановления. Нарушение этого соответствия неизбежно ведет к истощению природных ресурсов (сокращению лесов, уменьшению запасов промысловых животных, снижению плодородия почв и т.д.). Возобновимые природные ресурсы под влиянием деятельности человека могут стать невозобновимыми. Это относится к полностью истребленным видам животных и растений, к утраченным в результате эрозии почвам и др. Охрана возобновимых природных ресурсов должна осуществляться путем рационального их использования и расширенного воспроизводства. Охрана биологических ресурсов имеет важное значение при строительстве автомобильных дорог, магистральных трубопроводов, в гидромелиоративном строительстве, при сельскохозяйственных работах. Главное при охране возобновимых природных ресурсов - обеспечить постоянную возможность их восстановления. Тогда они смогут служить человеку практически бесконечно.

Неисчерпаемые (неистощимые) природные ресурсы – это количественно неиссякаемая часть природных ресурсов (солнечная энергия, морские приливы, текущая вода), иногда сюда относят атмосферу и гидросферу, хотя при значительных загрязнениях антропогенными токсикантами они могут переходить в категорию исчерпаемых (возобновимых).

Необходимо отметить, что использование термина "неисчерпаемые ресурсы" не вполне корректно. Как указывает В.В. Маврищев (2000), данную группу ресурсов можно назвать так только условно. Некоторые авторы считают, что "выделение группы неисчерпаемых природных ресурсов – удивительно стойкое заблуждение" (Н.Ф. Реймерс, 1994), и придерживаются закона ограниченности (исчерпаемости) природных ресурсов на Земле.

Кроме приведенных, выделяют еще такие ресурсы как рекреационные, эстетические. Рекреационные ресурсы - это природные ресурсы, обеспечивающие отдых и восстановление здоровья и трудоспособности человека; эстетические – сочетание естественных факторов, положительно воздействующих на духовные богатства человека. Еще П.И. Чайковский писал "Могущество страны не только в одном материальном богатстве, но и в духе народа. Чем шире, свободнее эта душа, тем большего величия и силы достигает

государство. А что воспитывает широту духа, как не эта удивительная природа. Ее надо беречь, как мы бережем самую жизнь человека..." (Вронский В.А., 1997).

ЛЕКЦИЯ 14. ЭКОЛОГИЯ АТМОСФЕРЫ

- 1 Строение, функции и газовый состав атмосферы.
- 2 Естественные и искусственные источники загрязнения, поступления эмиссий в атмосферу, их состав и последствия.
- 3 Охрана атмосферы.

1 Строение, функции и газовый состав атмосферы.

Наша планета окружена воздушной газовой оболочкой - атмосферой (по гречески «атмос» - пар, дыхание, а «сфера» - шар). Первый научный труд, в котором обобщаются представления об атмосфере, принадлежит Аристотелю. В русскую науку это слово ввел М.В. Ломоносов.

Атмосфера состоит из следующих слоев: нижнего приземного слоя - тропосферы, стратосферы, мезосферы, ионо- и экзосферы. Масса атмосферы равна $5,2 \cdot 10^{15}$ тонн, и почти 50% этой массы сосредоточено в 5 - километровом, а 95% - в нижнем 20-километровом слое. Выше 3 тысяч километров плотность атмосферы мало отличается от плотности межпланетного пространства.

Атмосфера играет важную роль на нашей планете, ее функции разнообразны. Газовая оболочка Земли участвует в формировании климата, регуляции влажности, погоды. Солнечная радиация поставляет на земную поверхность 99,98% всего тепла, и важнейшим свойством атмосферы является его аккумуляция. Без атмосферы невозможна жизнь на Земле. Она нивелирует перепад суточных температур, который мог бы составить 200° , что неприемлемо для выживания живых существ. На верхнюю границу атмосферы ежесекундно обрушивается лавина жесткого космического излучения широкого диапазона волн и энергии - инфракрасного, ультрафиолетового, рентгеновского и гамма-излучения, видимого света. Но атмосфера поглощает большую часть космического излучения, отмеряя дозу, безопасную и необходимую для жизни. Атмосфера является средой, в которой распространяются звуки.

Жизнедеятельность организмов требует наличия воздуха и его чистоты. Весь воздушный океан проходит через живые организмы примерно за десять лет. Человек, вдыхая каждую минуту 6 - 16 л воздуха, в сутки потребляет его 9 - 23 тыс. л, а это значительно превосходит среднесуточную потребность в пище и воде.

Древняя и современная атмосфера резко отличаются по составу. В прошлом атмосфера формировалась, в основном, из вулканических газов и состояла из образующихся в земных недрах летучих веществ: H_2 , паров H_2O , CO_2 , CH_4 . Свободный азот как продукт вулканической деятельности, соединяясь с водородом, который был в избытке, превращался в аммиак. С появлением фотосинтезирующих организмов состав атмосферы стал меняться, и произошел переход от бескислородной в кислородную атмосферу, с чем связаны основные этапы биологической эволюции. Главными составляющими атмосферу газами становятся азот, кислород, аргон, углекислый газ. В атмосферном воздухе содержится: азота - 78,08%, кислорода - 20,95%, аргона - 0,93%, углекислого газа - 0,03%. Остальные химические элементы и соединения - неон, гелий, водород, метан, криптон, сероводород, фтористый и хлористый водород, угарный газ, оксиды азота, йод, сернистый газ, ксенон, др. составляют менее 0,1%. Важнейшими компонентами атмосферы являются азот и углекислый газ. Необходим для дыхания, жизнедеятельности всех организмов кислород, обязательный компонент различных окислительных реакций. Большая роль из газов атмосферы принадлежит озону.

Озон - трехатомный кислород (O_3) присутствует в атмосфере от поверхности Земли до высоты 70 км. В приземных слоях воздуха он образуется под влиянием случайных факторов (грозовые разряды). Озон чрезвычайно ядовит, ПДК его в воздухе равна 0,00001%. Однако благодаря ему стало возможным существование жизни на Земле. В более высоких слоях атмосферы (стратосфере) озон образуется в результате воздействия ультрафиолетовой радиации Солнца на молекулы кислорода. Основная масса озона сосредоточена в стратосфере, и поэтому ее часто называют озоносферой. Слой максимальной концентрации озона - озоновый экран находится на высоте 20 - 25 км. Этот газ поглощает солнечную радиацию, при этом наиболее интенсивно - в ультрафиолетовой части, которая губительна для животных и растений. Благодаря озоновому экрану наиболее активная в биологическом отношении часть солнечной радиации не может губительно воздействовать на живые организмы. Всего озоновый слой поглощает около 13% солнечной энергии. Уменьшение озона в стратосфере, разрушение озонового слоя, которое наблюдается в последнее время, связано с антропогенными факторами. Наиболее существенную роль в этом играют химические соединения хлор-фтор-углероды (ХФУ), которые широко используются с разными целями: как хладагенты в холодильниках и кондиционерах, пенообразующие агенты в огнетушителях,

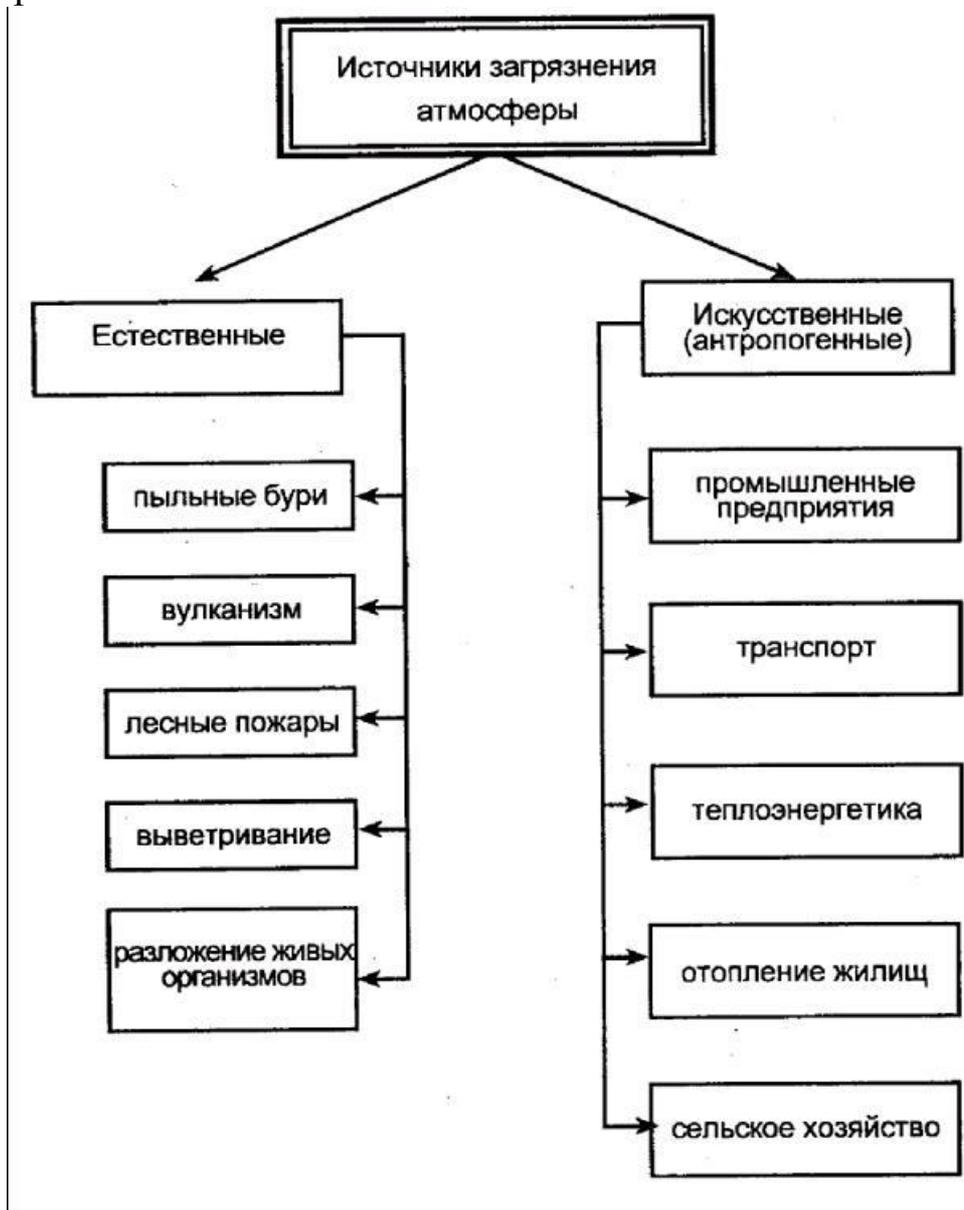
очистители электронных приборов, при химической чистке одежды, производстве пенопластиков, в аэрозольных смесях. Ранее хлор-фтор-углероды рассматривались как идеальные для практического применения химические вещества, поскольку они стабильны и не активны, не токсичны. Но сейчас известно, что они опасны для атмосферного озона. Когда ХФУ поднимаются до высоты 25 км, где концентрация озона максимальная, они подвергаются интенсивному воздействию ультрафиолетового излучения. Оно разрушает молекулы ХФУ, которые распадаются на компоненты, обладающие высокой реакционной способностью. Таким является в частности, атомарный хлор - один атом хлора может разрушить до ста тысяч молекул озона. Сейчас выброс ХФУ в атмосферу исчисляется миллионами тонн, и действие только этих ХФУ будет продолжаться довольно длительное время. Опасность проблемы, вызванной поступлением в атмосферу хлор-фтор-углеродов, быть может, научит человека с большим вниманием относиться к новым веществам, поступающим в среду.

2 Естественные и искусственные источники загрязнения, поступления эмиссий в атмосферу, их состав и последствия.

Различают естественные и антропогенные источники загрязнения атмосферы (рис. 21). Естественное загрязнение происходит при извержении вулканов, пыльных бурях, лесных пожарах, других стихийных бедствиях. Антропогенное загрязнение является следствием работы прежде всего промышленных предприятий (рис. 22), транспорта, сжигания топлива. Различают физическое и химическое загрязнение. К физическим видам загрязнения относят инфразвук, сильный звук, вибрацию, электромагнитное излучение. В зависимости от частоты звуковые колебания условно подразделяют на инфразвуковые (низкие по частоте), акустические (слышимые), ультразвуковые (высокие). К инфразвуковому диапазону относятся звуковые колебания с частотой ниже 20 Герц. Физиологически наиболее активным для человека является диапазон частот от 2 до 17 Гц из-за резонансных явлений со стороны внутренних органов. Этим объясняются нервно-психические явления, наблюдаемые у человека при действии инфразвуков. Многие нервные болезни, свойственные жителям промышленных городов, вызываются именно инфразвуками, проникающими сквозь самые толстые стены. Источниками инфразвука могут быть естественные факторы - землетрясения, ураганы, морские штормы. Человек подвергается воздействию инфразвука на производстве и транспорте.

Инфразвуковые волны возникают при работе компрессоров,

турбин, дизельных двигателей, электровозов, кондиционирующих систем, вентиляторов. Направление борьбы с действием инфразвука заключается в следующем: ослаблении инфразвука в источнике образования, заглушении инфразвуковых волн. Человек всегда жил в мире звуков: плескались волны, шумели леса, гремел гром, свистел ветер. С развитием техники появились новые источники звуков, сила которых росла.



**Рис. 21. Источники загрязнения атмосферного воздуха
(В.А. Вронский, 1997)**

Возникла проблема шума, как антропоического фактора. Уровни шума, правильное уровни звукового давления, измеряются в децибелах (дБ). Человеческое ухо обладает чрезвычайно большим диапазоном чувствительности - от 20 до 120 дБ. Для человека

безвреден шум в 20 - 30 дБ, 80 - допустимая граница, 130 - вызывает болевые ощущения, 150 дБ - непереносимы. В средние века даже существовала казнь "под колокол", звон которого убивал приговоренного. Вместе с тем, взлетающий реактивный самолет на расстоянии 25 м создает шум, равный 140 дБ. Согласно результатам измерений, проведенных в помещениях дискотек, уровень шума в них соответствует силе звука от двигателей реактивного самолета.

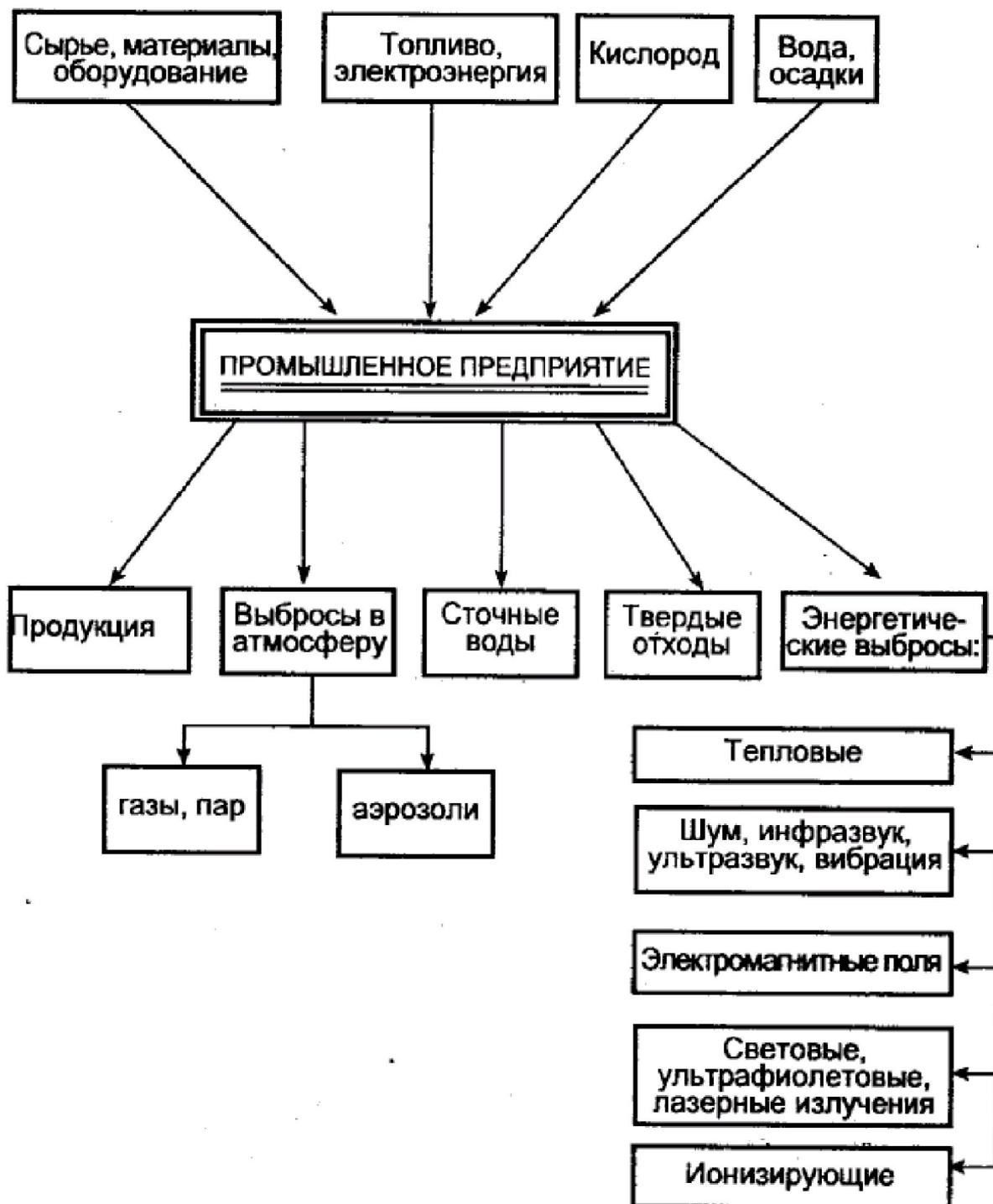


Рис. 22. Основные типы воздействия промышленного

предприятия на окружающую среду (В.А. Вронский, 1997: по С.В. Белову и др., 1999)

Дизельный грузовик на расстоянии 7 м создает шум в 90 дБ, на таком же расстоянии поезд и звон будильника - 90 - 93 дБ. В квартирах шумнее всего в утренние и вечерние часы (55 -60 дБ), когда собираются все члены семьи, включаются бытовые приборы, телевизор. Последствия громкого звука: он отрицательно влияет на слух, приводит к нарушениям деятельности нервной системы, повышенной утомляемости, ослабляет внимание, страдает сердечно-сосудистая система. Наиболее чувствительны к шуму дети. Мероприятия по снижению шума: возможно проведение комплекса мер - работа по упорядочению транспортных потоков, запрещение проезда транзитного транспорта через крупные города, ограничение въезда грузовых автомобилей на центральные улицы, использование устройств по снижению шума двигателей. Из архитектурных средств защиты наиболее распространено зонирование застройки: к проезжей части выносятся учреждения, предприятия, создающие экранирующие эффекты для жилых зданий. Для уменьшения шума применяют также такие экранирующие сооружения, как специальные стены, земляные валы, откосы. Такие «акустические заборы» способны значительно снижать шум: железобетонная стенка высотой в 8 м - на 20 дБ, устройство дороги в выемке глубиной 4,5 м - до 40 дБ. Основой разработки мероприятий по борьбе с шумом являются шумовые карты улично-дорожной сети, которые составляются для крупных городов. Одним из охранных мероприятий является сооружение шумозащитных домов. В таких домах повышается звукоизоляция оконных переплетов с помощью тройного остекления и шумоизоляционных клапанов вместо форточек. Свежий воздух через них проходит, а звуки «запутываются» в системе перегородок. В крупных городах имеются комиссии по борьбе с шумом. Они следят за тем, чтобы заводы и фабрики не создавали повышенного звукового фона, разрабатывают предложения по рациональной организации движения транспорта, по размещению новых предприятий.

Представляет опасность для здоровья вибрация. Источниками вибрации являются транспорт, промышленные установки, инженерно-техническое оборудование зданий. По интенсивности колебаний наиболее воздействует на человека городской рельсовый транспорт, железнодорожные магистрали. Эффективным способом виброзащиты жилых зданий является виброизоляция источника

колебаний.

Человек с момента рождения находится под воздействием электромагнитных излучений. На него действует прежде всего магнитное поле Земли. Магнитное поле испытывает кратковременные изменения, и это явление называется магнитной бурей. Геомагнитное поле воздействует на живые организмы. В периоды магнитных бурь увеличивается количество сердечно-сосудистых заболеваний, ухудшается состояние больных, страдающих гипертонией. Источником электромагнитных излучений является электро- и радиотехника, которая проникает во все сферы человеческой деятельности, в быт. Сильным источником электромагнитных волн служат высоковольтные линии электропередач (ЛЭП). Под такими линиями напряженность электромагнитного поля может достигать нескольких тысяч и даже десятков тысяч вольт на метр. Экспериментальное изучение биологического воздействия электромагнитного поля ЛЭП показало, что его неблагоприятное действие может проявиться при напряженности электрического поля 1000 вольт на метр. Наиболее чувствительна к такому воздействию нервная система, изменение которой влечет за собой напряжение других систем организма, в частности, эндокринного аппарата. Изменяются и обменные процессы. Поэтому электромагнитное поле как биологически действующий фактор подлежит нормированию. Важным источником высокочастотной энергии являются радиотелевизионные и радиолокационные станции. Для защиты населения от их излучения устанавливаются ПДУ (предельно-допустимые уровни) напряженности поля. Мощные радиостанции размещают за пределами населенных пунктов, создают санитарно-защитные зоны. Они должны обеспечивать ПДУ напряженности поля в населенных местах.

При химическом загрязнении наиболее значимое влияние на состав атмосферы оказывают предприятия черной и цветной металлургии, химическая и нефтяная промышленность, стройиндустрия, энергетические предприятия, целлюлозно-бумажная промышленность, автотранспорт. Процессы выплавки чугуна и переработки его на сталь сопровождаются выбросом в атмосферу различных газов. Вместе с ними выбрасываются соединения мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, пары ртути, цианистый водород, др. Значительно загрязняют атмосферу выбросы сталеплавильных цехов. Преобладающая часть загрязнений, образующихся при работе мартеновских печей, состоит из триоксида железа (около 70 %) и триоксида алюминия (7%). В отходящих газах при кислородном дутье

содержится до 60 кг окиси углерода и до 3 кг сернистого газа на 1 т выплавляемой стали. При получении конвертерной стали в составе загрязнений содержится до 80% окиси углерода. Предприятия цветной металлургии загрязняют атмосферный воздух сернистым ангидридом (75% суммарного выброса), окисью углерода (10%), пылью (10%).

Предприятия нефтеперерабатывающей промышленности загрязняют атмосферу выбросами углеводородов (по данным литературы они составляют 23% от суммарного выброса), сернистого газа (17%), окиси углерода (7%), окислов азота (2%). Особую экологическую опасность представляет разработка месторождений нефти и газа с повышенным содержанием сероводорода. Производство строительных материалов сопровождается выбросами в атмосферу взвешенных веществ (51% от суммарного выброса), окиси углерода (21%), сернистого ангидрида (11%) и окислов азота (9%). Кроме того, в выбросах присутствует сероводород (0,03%), формальдегид (0,02%), толуол (0,02%), бензол (0,01%), пятиокись ванадия (0,01%), ксилол (0,01%). Вокруг заводов, производящих цемент, асбест и другие строительные материалы, сложились зоны с повышенным содержанием в воздухе бензапирена, пыли, в том числе цементной, и других вредных веществ. Опасность представляет и смог (смесь дыма и тумана). Сам по себе туман не опасен для человеческого организма, губительным он становится, только если чрезмерно загрязнен токсическими примесями. Главную опасность представляет содержащийся в нем сернистый газ в концентрации 5 – 10 г/м³ и выше.

В сельской местности источниками загрязнения атмосферного воздуха являются животноводческие и птицеводческие хозяйства, промышленные комплексы по производству мяса, предприятия, обслуживающие технику, энергетические и теплосиловые предприятия. Над территориями, примыкающими к помещениям для содержания скота и птицы, в атмосферном воздухе распространяются на значительные расстояния аммиак, сероводород и другие дурно пахнущие газы. В растениеводческих хозяйствах атмосферный воздух загрязняется минеральными удобрениями, пестицидами при обработке полей и семян на складах, а также на хлопкоочистительных заводах.

В общем, в атмосферу поступают различные химические загрязнители. Большую опасность из них представляют тяжелые металлы. В среду металлы попадают из многих источников, наиболее важные из которых - промышленные предприятия, установки для

сжигания мусора, ТЭС, работающие на угле, и транспорт. В случае высокой концентрации вредны любые металлы, поскольку они легко накапливаются в пищевой цепи. В последние годы особое внимание экотоксикологии привлекли кадмий, ртуть, свинец, медь и цинк, причем особенно первые три металла.

Химические вещества, присутствующие в атмосфере, действуют на многие растения. При низких концентрациях многие из этих веществ могут даже стимулировать рост, но подавляют или угнетают его при высоких концентрациях. Это распространенное явление именуется *hormesis*. Отрицательные эффекты могут состоять, например, в опадении листьев, уменьшении продукции семян. Однако разные виды растений имеют разную чувствительность. Лишайники чувствительны к фтористым соединениям, попадающим в воздух при производстве алюминия. Поэтому в окрестностях алюминиевых заводов встречаются очень немногие лишайники. Некоторые виды лишайников очень чувствительны к двуокиси серы. Вероятнее всего, этим объясняется отсутствие древесных лишайников в наиболее загрязненных местах городов и промышленных районах. К двуокиси серы очень чувствительны также некоторые папоротники и грибы. Обычно древесные растения более чувствительны к загрязнителям воздуха, чем травы, а хвойные деревья более чувствительны, чем лиственные. Известно, что смог в Сан-Франциско сказывается на состоянии хвойных деревьев в радиусе 100 км и исключает выращивание цитрусовых в пределах 50 км. Еще в древние времена нарушение растительного покрова вокруг рудников указывало на то, что некоторые металлы ядовиты для растений. При высоких их концентрациях подавляется рост, возможно, вследствие накопления металлов в корнях, что влияет на поглощение питательных веществ. При еще больших концентрациях проявляется такой симптом, как бледность и белая пятнистость листьев, свидетельствующие о нарушении синтеза хлорофилла. Это неизбежно скажется на образовании сахара и крахмала.

Многие виды древесных растений живут в симбиозе с грибами. Эти микоризные грибы, обитающие на корнях и в тканях корней растений, часто очень чувствительны к металлам, имеющимся в почве. Последствия для пораженных деревьев зачастую очень серьезны. Заметную чувствительность к металлам обнаруживают лишайники, грибы и микроорганизмы. Многие микроорганизмы выполняют важную роль в разрушении органических веществ в почве. Поэтому повышенные концентрации металлов в почве будут замедлять разложение отмерших растений и животных организмов.

Химические загрязнители вызывают многие нарушения у животных, например, органические соединения ртути, ДДТ и другие могут вызывать мышечные дисфункции. Нарушения пищеварения, обмена веществ и/или ухудшение аппетита тоже могут приводить к ослаблению мышечных функций через уменьшение доступной энергии. Такие эффекты наблюдались при появлении ртути, ПХБ (полихлорированные бифенилы) и пентахлорфенола в пище. Чтобы оптимально выполнять свои функции, мышцы должны получать правильные нервные сигналы. Однако высокие концентрации ДДТ и подобных веществ подавляют нервные функции, что грозит понижением мышечной работоспособности.

Известно, что многие хлорорганические загрязнители, например, диоксины, некоторые ПХБ, возможно и ДДТ, понижают эффективность функционирования иммунной системы. Так, катастрофическое состояние популяции балтийских тюленей отчасти может быть вызвано именно ухудшением иммунной системы.

Исключительно чувствительны к токсикантам процессы воспроизводства и роста. Некоторые загрязнители влияют на развитие плода и рост молоди. Так, масса детенышей норок, получавших ПХБ в период беременности, при рождении меньше, чем масса детенышей контрольных самок. Однако в случае грызунов - крыс, мышей и морских свинок - результаты наблюдений оказываются противоречивыми. В некоторых экспериментах с этими видами молодь росла быстрее в том случае, когда сосунки подкармливались ДДТ и ПХБ.

Недавно выявлен еще один эффект загрязнения среды металлами. Например, высокие концентрации алюминия влияют на формирование минеральных образований типа яичной скорлупы, раковин улиток и скелетов позвоночных. В исследованиях куликов-сорок была обнаружена взаимосвязь между концентрацией алюминия в самках и толщиной скорлупы отложенных ими яиц. При высокой концентрации алюминия скорлупа оказалась не только тоньше обычной, но и более пористой. Пористая скорлупа обеспечивает сильное испарение воды из яйца, так что зародыши могут погибать не только от разрушения скорлупы, но и от обезвоживания.

При загрязнении атмосферы наблюдается возникновение синергизма. Суть данного явления заключается в том, что загрязнители реагируют друг с другом в окружающей среде, и при их совместном действии усиливается эффект, сопровождаемый образованием вторичных загрязнителей. Например, два компонента выхлопных газов автомобилей, соединяясь в присутствии солнечного

света, образуют новые и даже еще более ядовитые вещества, известные под названием «фотохимического смога» (Одум, 1975):

УФ

Окислы азота + Углеводороды → Пероксиацетилнитрат (ПАН) +
Озон (O₃).

Оба вторичных вещества обладают слезоточивым действием, раздражающим действием на дыхательные пути человека. Они опасны для растений: озон усиливает дыхание листьев, что приводит к гибели растения от истощения, а ПАН блокирует реакцию Хилла в фотосинтезе, и растение гибнет от недостаточной интенсивности синтеза питательных веществ. Другие фотохимические загрязнители, относящиеся к группе многоядерных ароматических углеводородов, известны своими канцерогенными свойствами. Еще одно опасное проявление синергизма возникает при адсорбировании сернистого газа (SO₂) на частичках загрязнения, после чего, вступая в контакт с капельками влаги, например, попадая на слизистую дыхательных путей, он превращается в серную кислоту. Такое «кислотное» загрязнение опасно не только для человека, но и для животных, растений. Большую опасность оно представляет для лесов, вызывает коррозию металлов, известняка, принося огромные убытки.

Некоторые загрязнители частично или полностью разлагаются. Другие из них, биоусвояемые, поглощаются организмами, биотой. После этого они разрушаются и выводятся из организма. Но некоторые вещества могут накапливаться в органах, переноситься от одной особи к другой (как от жертвы к хищнику) по трофическим цепям. Происходит увеличение концентрации веществ на верхних уровнях цепей, то есть наблюдается явление биоусиления. Поэтому среди загрязнителей особенно опасны те, которые отличаются устойчивостью к разложению и биологической усвояемостью. Наиболее пагубные эффекты загрязнителей состоят в снижении продуктивности растений, нарушении работы мышечной, нервной и других систем и органов, иммунной и репродуктивной функций животных. Загрязнители могут оказывать сильное воздействие на целые экосистемы. Оно проявляется в уменьшении числа видов, т. е. в их разнообразии, а также в уменьшении количества биомассы.

Таким образом, загрязнение атмосферы приводит к различным отрицательным эффектам. Среди многих загрязнителей особенно опасны те, которые отличаются устойчивостью к разложению и биологической усвояемостью. Большинство опасных веществ принадлежит к трем группам - галогенированным углеводородам, полиароматическим углеводородам и тяжелым металлам и их

соединениям. Основные источники загрязнений – промышленность, энергетика, транспорт.

3 Охрана атмосферы.

Система мер по предотвращению и уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух имеет целью защитить человека и окружающую природную среду от вредных воздействий, уменьшить ущерб, наносимый материальным ценностям. Обязанность защищать окружающую среду, закреплена в Конституции РБ. В соответствии с законом «Об охране атмосферного воздуха» за состояние атмосферного воздуха несут ответственность органы государственной власти, органы местного самоуправления, юридические и физические лица.

В целях охраны окружающей природной среды и здоровья населения специально уполномоченными органами санитарно-эпидемиологического надзора и органами исполнительной власти РБ устанавливаются нормативы качества атмосферного воздуха.

Норматив качества атмосферного воздуха - это предельно допустимое кратковременное и долговременное содержание в атмосферном воздухе загрязняющих веществ, при котором не оказывается неблагоприятного воздействия на здоровье человека, объекты животного и растительного мира и другие компоненты окружающей природной среды. Установлены ПДК для многих химических веществ при изолированном действии и для их комбинаций. Эти ПДК разработаны только с учетом здоровья человека. При проектировании, застройке и реконструкции городов и других населенных пунктов органы исполнительной власти и местного самоуправления обязаны учитывать существующий уровень загрязнения атмосферного воздуха и прогноз его изменения. В городах и других населенных пунктах, где предприятия загрязняют атмосферный воздух сверх допустимых пределов, специально уполномоченные государственные исполнительные органы обязаны разрабатывать и осуществлять мероприятия по его охране.

При строительстве, вводе в эксплуатацию, реконструкции и техническом перевооружении предприятий, а также при внедрении новых технологических процессов должны предусматриваться меры по улавливанию, обезвреживанию вредных веществ, снижению или полному исключению загрязняющих выбросов в атмосферу.

Охрана атмосферного воздуха, в связи со значительным загрязнением его транспортом, требует ряда мероприятий. Физические лица, осуществляющие хозяйственную деятельность и

эксплуатирующие транспортные средства или установки, оказывающие влияние на состояние атмосферного воздуха, обязаны:

- соблюдать лимиты разрешенных выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников;

- соблюдать правила эксплуатации сооружений, оборудования, аппаратуры, предназначенных для очистки и контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

- выполнять предписания государственных органов исполнительной власти, ответственных за охрану окружающей природной среды;

- обеспечивать прохождение в установленном порядке проверку транспортных и иных передвижных средств и установок на соответствие установленным техническим нормативам.

Осуществление мероприятий по охране атмосферного воздуха не должно приводить к загрязнению других объектов природной среды.

Важное значение при охране атмосферы имеют санитарно-защитные зоны. Согласно санитарным нормам и правилам, предприятия, их отдельные здания и сооружения, технологические процессы, которые являются источниками выделений в окружающую среду вредных и пахучих веществ, а также источниками ультразвука, шума, вибрации, электромагнитных волн, радиочастот, статического электричества, необходимо отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) - это обязательный элемент любого промышленного предприятия или другого объекта, которые могут быть источниками химического, биологического или физического воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Санитарно-защитная зона - территория между жилищной застройкой и границами промплощадки, складов открытого и закрытого хранения материалов и реагентов, предприятий сельского хозяйства с учетом перспективы их расширения.

В зависимости от мощности, условий эксплуатации, концентрации объектов на данной территории, характера и количества выделяемых в окружающую среду токсических и пахучих веществ, уровня создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов для предприятий, производств и объектов устанавливаются следующие минимальные размеры санитарно-защитных зон: предприятий 1 - го класса - 2000 м; 2 - го класса - 1000 м; 3 - го класса - 500 м; 4 - го класса - 100 м.

Для мини-производств (предприятий пищевой, парфюмерно-косметической промышленности, общественного питания,

зрелищных и культурных объектов) минимальная СЗЗ принимается равной 50 м при расчетном обосновании ее достаточности по шумовому воздействию.

Для охраны атмосферы играет важную роль очистка выбросов с помощью газоочистных и пылеулавливающих установок. Арсенал современной газоочистительной техники велик, однако радикальным решением все-таки является создание технологических процессов, основанных на комплексном использовании сырья, вообще не дающем отходов, способных загрязнять природную среду.

Охрана атмосферы осуществляется на основе контроля за ее состоянием. В связи с этим в Республике Беларусь имеются специальные службы, сеть станций наблюдений, функционирует система атмосферного мониторинга.

ЛЕКЦИЯ 15. ЭКОЛОГИЯ ГИДРОСФЕРЫ

- 1 Состав гидросферы и круговорот воды.
- 2 Значение гидросферы.
- 3 Загрязнение водных ресурсов, методы очистки сточных вод.
- 4 Охрана и рациональное использование водных ресурсов.

1 Состав гидросферы и круговорот воды.

Гидросфера включает (М.И. Львович, 1974): воды Мирового океана (на их долю приходится 97 - 98% воды), реки, озера, подземные воды, атмосферную и почвенную влагу, ледники. Общий запас воды на Земле равен 1,385 млрд. км³, а объем пресных вод составляет около 30 млн. км³ (2 - 3% от общего объема гидросферы).

Дуют ветры и вместе с ними на материк тянутся темные тучи, несущие дождь. Начинается большой круговорот воды - испарившиеся с поверхности океана водные массы, сконденсировавшись в облака, несутся на сушу. Здесь они выпадают то проливными, то морозящими дождями, то снегом, то градом. Проходя через атмосферу, капли воды захватывают и растворяют в себе кислород, углекислоту, различные минеральные вещества из загрязненных слоев атмосферы. До Земли доходит не химически чистая вода, а вода с большим или меньшим количеством минеральных веществ и газов, а также с бактериями, покоящимися спорами разных организмов. Дождевая или весенняя талая вода впитывается в почву, частично фильтруется, а то и обогащается различными растворимыми веществами минеральной и органической природы. В дальнейшем происходит поворот в круговороте - вода шаг

за шагом движется обратно через родники, ручьи, реки в океан. Кроме большого круговорота воды, на материках непрерывно происходят малые круговороты. Вода, испаряясь с водных зеркал озер, с болот, лугов и лесов, собирается туманами и ложится росами на землю или выпадает небольшими дождями (рис. 23).

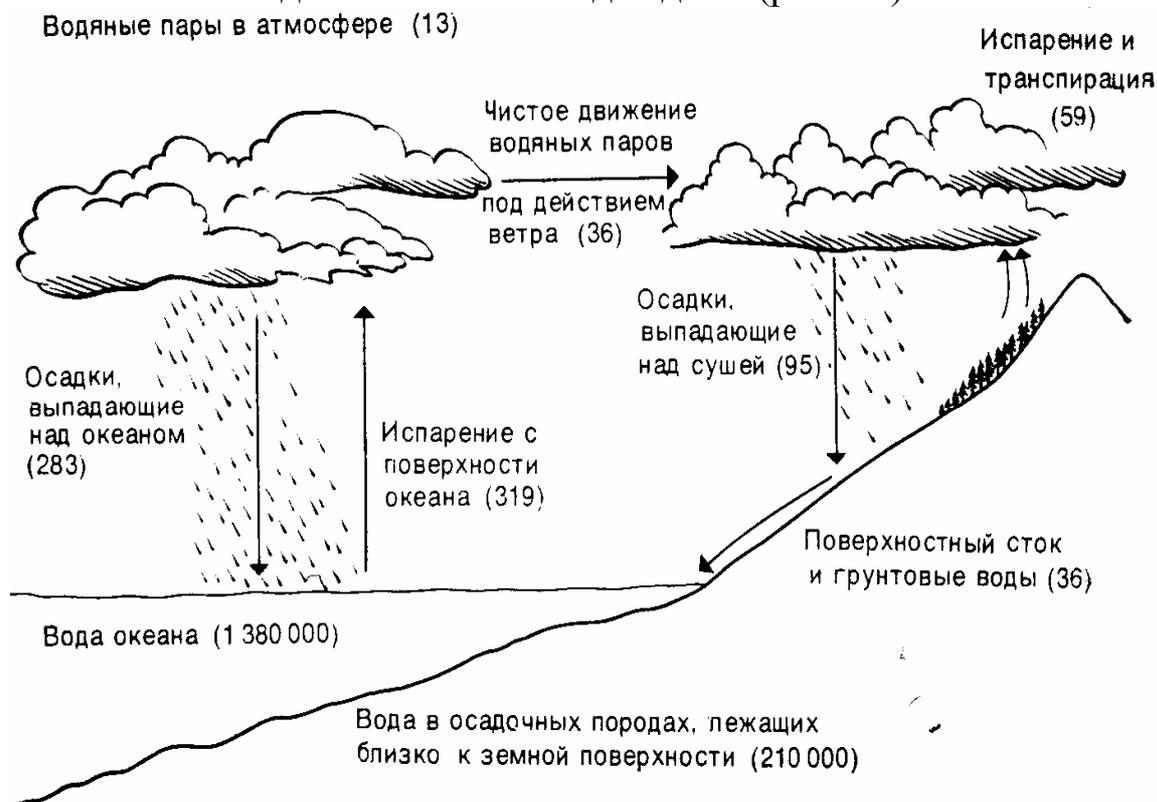


Рис. 23. Круговорот воды и его главные компоненты в глобальном масштабе (Р. Риклефс, 1979)

Количества воды (цифры в скобках) выражены в миллиардах миллиардов (10^{12}) тонн в год

И в малом, и в большом круговоротах велика роль водных организмов. Подземные воды, приближаясь к поверхности, все более и более населяются бактериями. Когда вода выйдет на поверхность и образует водотоки и скопления стоячей воды, она заселяется водорослями, высшими водными растениями, животными. Биологический фактор становится мощным аппаратом метаморфизации химического состава воды. В океанах, морях, поверхностных водах в результате действия бактерий, водорослей, животных многие вещества, принесенные реками и подземным стоком, превращаются в тела и раковины организмов, а после их смерти откладываются на дне, образуя осадочные породы.

Биологический круговорот воды. Животные находят необходимую для них воду в питье и пище. Растения используют атмосферную воду или берут ее из почвы. Живые существа выделяют воду с продуктами обмена, путем транспирации, легочного и кожного

дыхания, при потении. Явления кожного дыхания нельзя путать с потением. Первое представляет собой подобие испарения, диффузию паров воды через роговидные слои кожи. У человека количество воды, выносимое таким образом с поверхности кожи и испаряемой, составляет более 0,5 л в сутки. При физиологическом процессе потения происходит испарение воды в результате работы потовых желез. Человек в умеренном климате в тени выделяет 1 - 1,5 л пота в сутки. Выделение паров воды при дыхании (0,3 – 0,4 л в сутки) у человека обеспечивает удаление углекислого газа, а с метаболической «отработавшей» водой удаляются из организма конечные продукты обмена, вредные вещества. Вода, выделяемая организмами, не теряется бесследно. Та ее часть, которая выделяется при дыхании и транспирации, возвращается непосредственно в атмосферу, а «отработанная» вода поступает в водоемы и почву. Необходимо указать и на воду, которая потребляется при фотосинтезе. Ежегодная потребность растений в воде при фотосинтезе составляет примерно $65 * 10^{10}$ тонн. Это значит, что количества воды, необходимого только для процесса фотосинтеза, достаточно на два миллиона лет. Такой срок совершенно незначителен с позиции геологической истории Земли. Однако запас воды непосредственно возобновляется, благодаря круговороту воды в природе. Вода в реках полностью меняется каждые 12 суток, а это значит, что при общем одновременном объеме рек 1,2 тыс. км³, за год сток речных вод составляет 36 тыс. км³. Для обновления паров атмосферы требуется 9 суток, но огромный объем воды в Мировом океане возобновляется медленно - каждые 2600 лет, подземные глубинные воды возобновляются в течение миллионов лет. Общий круговорот воды на Земле осуществляется за два миллиона лет. Круговорот воды можно образно сравнить с вечным двигателем, который ритмично и непрерывно качает воду из океана на материки и обратно в течение сотен миллионов и миллиарды лет. Замечательной особенностью этого отработанного механизма является то, что он не только подает воду, но и очищает ее от всевозможных примесей. Таким образом, природа позаботилась о безупречном аппарате для снабжения водой всего живого на Земле.

2 Значение гидросферы.

Оно многогранно. Вода играет важную роль в круговороте веществ на Земле. Вода участвует в формировании климата, погоды. Она, обладая большой теплоемкостью, определяет роль океанов в климатическом отношении. Океаны и моря, накопив запас тепла

летом, согревают этим теплом атмосферу Земли. Содержащийся в воздухе водяной пар (наряду с углекислым газом) играет определяющую роль в тепловом балансе планеты, так как он, пропуская большую часть солнечных лучей, в значительной степени задерживает тепловое излучение планеты в мировое пространство. Из тропических широт океанические течения несут тепло в северные моря, смягчая и выравнивая климат планеты. Вода является универсальным растворителем, из всех жидкостей она - наилучший растворитель, в ней растворяются почти все вещества. Вода - великий скульптор, формирующий поверхность планеты. Она активизирует процессы почвообразования и участвует в формировании плодородия почвы. Велико биологическое значение воды. Жизнь на Земле зародилась в водной среде и продолжает быть связана с водой. С участием воды в процессе фотосинтеза происходит образование органического вещества, при этом выделяется кислород (это кислород, который содержался в воде). Он используется при дыхании и является основой для распространенных в природе и важных для обмена веществ окислительных процессов. В водной среде протекает большинство химических реакций, связанных с обменом веществ в организме. Обмен веществ включает в себя как непрямой, органически входящий в него процесс - водный обмен. Благодаря этому свойству вода стала носителем жизни. Только в жидкой водной среде совершаются процессы пищеварения и усвоения пищи в желудочно-кишечном тракте, идет синтез «живого» вещества в клетках организма. Вода входит в состав тел живых организмов, всех их органов и тканей. Потеря воды организмом ведет к его гибели. Для человека смертельна потеря воды в пределах 15 - 20%. Физиологическая потребность составляет в среднем 2,5 л воды в сутки. В общем, вода является структурной и функциональной основой жизни.

Вода играет большую роль для человека: это - вид транспорта, источник электрической энергии, разнообразного сырья, в том числе лекарственного сырья. Вода в больших количествах используется в хозяйственно-бытовых и санитарных целях, при этом растет культура человека, растет и расход воды. Если ранее воду брали ведрами из колодцев, колонок, и вода расходовалась экономно (на одного человека приходилось в среднем 20 литров в сутки), то в настоящее время в городах на человека приходится 150 - 200 - 250 литров воды в сутки и более. Очень широко применяется вода в промышленности. В целом, по всем видам водоснабжения город с населением 1 млн. человек потребляет 0,5 млн. м³ воды в сутки. Прогноз, сделанный на

2000 год (Львович М.И., 1974) показывал, что общее количество потребляемой воды значительно увеличится, возрастет и объем сточных вод, достигнув 6000 км³. При этом известно, что сточные воды загрязняют в 10 - 15 раз больше вод, чем сброшено. Для разбавления указанного количества стоков потребуется использовать весь годовой устойчивый речной сток.

3 Загрязнение водных ресурсов, методы очистки сточных вод.

Со сточными водами, с поверхностным стоком, стоком с сельскохозяйственных угодий, из атмосферы в водоемы поступают различные загрязнения. Под загрязнением водных ресурсов понимают любые изменения физических, химических и биологических свойств воды в водоемах в связи со сбрасыванием в них жидких, твердых и газообразных веществ, делая воду данных водоемов опасной для использования, нанося ущерб народному хозяйству, здоровью и безопасности населения.

Загрязнение поверхностных и подземных вод можно распределить на такие типы:

механическое - повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным видам загрязнений;

химическое - наличие в воде органических и неорганических веществ токсического и нетоксического действия;

бактериальное и биологическое - наличие в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и водорослей;

радиоактивное - присутствие радиоактивных веществ в поверхностных или подземных водах;

тепловое - выпуск в водоемы подогретых вод тепловых и атомных ЭС.

Основными источниками загрязнения водоемов являются недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов, отходы производства при разработке рудных ископаемых; обработке и сплаве лесоматериалов; воды шахт, рудников; сбросы водного и железнодорожного транспорта. Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят к качественным изменениям воды, которые в основном проявляются в изменении физических свойств воды, в частности, появлении неприятных запахов, привкусов; в изменении химического состава воды, появлении в ней опасных веществ, в наличии плавающих веществ на поверхности и откладывании их на дне водоемов.

Производственные сточные воды загрязнены в основном отходами

и сбросами производств. Количественный и качественный состав их разнообразен и зависит от отрасли промышленности, ее технологических процессов. В стоках производств содержатся нефтепродукты, аммиак, альдегиды, смолы, фенолы и другие вещества. Действие сточных вод этой группы заключается главным образом в окислительных процессах, вследствие которых уменьшается содержание в воде кислорода, увеличивается биохимическая потребность в нем, ухудшаются органолептические показатели воды. Кроме того, нефть и нефтепродукты, попадая в водоемы, создают разные формы загрязнения: растворенные или эмульгированные в воде, плавающую на воде нефтяную пленку. Пленка, тормозящая процессы реэрации, появляется на воде при содержании в 1 л воды всего 0,1 мг нефти. При поступлении в воду нефтепродуктов изменяются запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество кислорода, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу не только для человека. 12 г нефти делают непригодной для употребления тонну воды.

Довольно опасным загрязнителем промышленных вод является фенол. Он содержится в сточных водах многих нефтехимических предприятий. При поступлении таких стоков в водоемы нарушается процесс самоочищения, вода приобретает специфический запах карболки. При использовании воды, содержащей фтор, может иметь место повреждение зубной эмали, разрушение костей (ПДК по фтору составляет всего 1,5 мг/л).

На жизнь населения водоемов пагубно влияют сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности. Окисление древесной массы сопровождается поглощением значительного количества кислорода, что приводит к гибели икры, мальков и взрослых рыб. Волокна и другие нерастворимые вещества загрязняют воду и ухудшают ее физико-химические свойства. В стоках ЦБК после процесса отбеливания целлюлозы появляются хлорорганические соединения. Они могут вызывать пороки развития в твердых тканях, например, скелета и плавников рыб. В окрестностях ЦБК поэтому отмечаются уродливые формы челюстей у рыб, например, шук. Такие особи испытывают затруднения в добывании достаточного для выживания количества пищи. В тех же районах у окуней иногда отсутствуют плавники, которые используются в основном для коротких перемещений, требующих высокой степени точности. В результате затрудняются такие действия, как поимка добычи и оплодотворение выметанной икры.

Серьезные последствия у водных организмов возникают при повышенном содержании в воде металлов. Так, в озерах Балтийского региона, к которому относится и Беларусь, наблюдалось увеличение концентрации ртути в рыбах, отчего они оказывались непригодными для употребления в пищу. Другим следствием увеличения концентрации тяжелых металлов в озерах и реках являются повреждение жабр у рыб. При высокой концентрации алюминия на поверхности жабр отлагаются комплексные соединения металлов, из-за чего нарушается усвоение кислорода из окружающей воды. Более того, алюминий наряду с кадмием, титаном и медью, может захватываться клетками жабр. В сильно загрязненных местах Балтийского моря кадмий вызывает повреждения позвоночника у рыб.

Полихлорированные бифенилы (ПХБ), которые имеют искусственное происхождение и используются в промышленности, могут вызывать различные тяжелые последствия у животных. В Балтийском море обитают три вида тюленей - серый тюлень, кольчатая нерпа и обыкновенный тюлень. Перед второй мировой войной все три вида тюленей были представлены жизнеспособными популяциями. В то время насчитывалось порядка сотни тысяч серых тюленей, сейчас - примерно 1500. Кольчатые нерпы, насчитывающие сейчас примерно 6000 особей в северной части Балтики, воспроизводятся, как и серые тюлени, очень плохо. Дают потомство лишь примерно 30% самок, в жировых тканях которых концентрации ПХБ ниже, чем у остальных самок. Тюлени в Балтийском море находятся на грани исчезновения вследствие серьезных нарушений их воспроизводства, вероятнее всего, из-за ПХБ. У них также обнаружены другие нарушения. Кожа иных животных усеяна гнойниками, как и у людей, отравившихся ПХБ и сходными соединениями; когти часто деформированы; кишечник имеет незаживающие повреждения. Отмечаются патологические изменения в почках и надпочечных железах, а иногда и в скелете (Я.Э. Кильстрем, 1997).

Сточные воды, содержащие растительные волокна, животные и растительные жиры, фекальную массу, остатки плодов и овощей, отходы кожевенной промышленности, сахарных и пивоваренных заводов, предприятий мясомолочной, консервной и кондитерской промышленности, являются причиной органических загрязнений водоемов.

В сточных водах обычно содержится около 60% веществ органического происхождения. К этой же категории органических относятся биологические загрязнения (бактерии, вирусы, грибы,

водоросли, гельминты) в коммунально-бытовых, медико-санитарных водах и отходах кожевенных и шерстемойных предприятий.

Неблагоприятно влияют на рыб и их корм - беспозвоночных сплавы древесины. Из гниющей древесины и коры выделяются в воду различные дубильные вещества. Смола и другие экстрактивные продукты разлагаются и поглощают много кислорода, вызывая гибель рыбы, особенно молоди и икры. Кроме того, сплавы сильно засоряют реки, а топляк нередко полностью забивает их дно, лишая рыб нерестилищ и кормовых мест.

Сточные воды атомных электростанций загрязняют водоемы радиоактивными отходами. Радиоактивные вещества концентрируются мельчайшими планктонными микроорганизмами и рыбой, затем по цепи питания передаются другим животным. Установлено, что радиоактивность планктонных обитателей может быть в тысячи раз выше, чем воды, в которой они живут. Сточные воды, имеющие повышенную радиоактивность, подлежат захоронению в подземные бессточные бассейны и специальные резервуары.

Загрязняются реки и при гидроэнергетическом строительстве, а с началом навигационного периода увеличивается загрязнение судами речного флота. Нагретые сточные воды тепловых ЭС и др. производств причиняют «тепловое загрязнение», которое угрожает довольно серьезными последствиями: в нагретой воде меньше насыщение ее кислородом, резко изменяется термический режим, что отрицательно влияет на флору и фауну водоемов, при этом возникают благоприятные условия для массового развития в водохранилищах синезеленых водорослей и возникновения так называемого «цветения воды».

В большой степени загрязняют водоемы моющие синтетические средства, широко используемые в быту. Они находят широкое применение также в промышленности и сельском хозяйстве. Содержащиеся в них химические вещества, поступая со сточными водами в реки и озера, оказывают значительное влияние на биологический и физический режим водоемов. В результате снижается способность вод к насыщению кислородом, парализуется деятельность бактерий, минерализующих органические вещества.

В связи с интенсификацией животноводства все более дают о себе знать стоки предприятий данной отрасли сельского хозяйства.

Вызывает серьезное беспокойство загрязнение водоемов пестицидами и минеральными удобрениями, которые попадают с полей вместе с дождевой и талой водой. Пестициды способны

накапливаться в планктоне, бентосе, рыбе, а по цепочке питания попадать в организм человека, действуя отрицательно как на отдельные органы, так и на организм в целом.

В последнее время большое внимание привлекают такие компоненты, содержащиеся в воде, как аммонийный, нитритный, нитратный азот, которые попадают в водоемы, водотоки разными путями. Обнаружение азота в воде в значительной степени связано с разложением белковосодержащих органических соединений, поступающих в водоемы, водотоки со сточными бытовыми и промышленными водами. Кроме указанного пути возможно поступление азота в водоисточники с атмосферными осадками, поверхностным стоком, при рекреационном использовании водоемов, водотоков. Существенным источником попадания азота в воды являются животноводческие комплексы. Большую опасность для водоемов представляет поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий, где используются химические удобрения, так как в их состав часто входит азот. Один из источников поступления его в воды – земли, подвергнутые осушительной мелиорации. Все увеличивающееся применение азотных удобрений, загрязнение окружающей среды азотсодержащими промышленными и бытовыми отходами приводит к возрастанию содержания аммонийного, нитритного, нитратного азота в воде, к загрязнению ими воды.

Вместе с тем установлено, что они могут оказывать отрицательное действие на человека, животных. Большая опасность заключается в том, что нитриты и нитраты способны в организме человека частично превращаться в высококанцерогенные (вызывающие раковые заболевания) нитрозосоединения. Последние обладают также мутагенными и эмбриотоксическими свойствами. Нитриты представляют определенную опасность также потому, что могут вызывать отравление животных. Они способствуют разрушению витамина А в организме животных, снижают активность пищеварительных ферментов, вызывают расстройство желудочно-кишечного тракта. В доброкачественной воде нитритов не должно быть или могут содержаться только их следы. Очень высокие концентрации нитратов в воде действуют на животных токсически, вызывая поражение нервной системы. При употреблении воды, содержащей 50 - 100 мг/л нитратов, повышается уровень метгемоглобина в крови и возникает заболевание метгемоглобинемия. Сами по себе нитраты не обладают выраженным свойством вступать в соединение с гемоглобином крови с образованием метгемоглобина. Образование метгемоглобина наблюдается после восстановления

нитратов в нитриты непосредственно в тканях организма или под воздействием микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Образовавшийся метгемоглобин не способен переносить кислород, поэтому при значительном его содержании в крови возникает кислородное голодание, когда поступление кислорода к тканям (при снижении его содержания в крови) или способность тканей использовать кислород оказываются ниже, чем их потребность в нем. Вследствие этого в жизненно важных органах развиваются необратимые изменения. Наиболее чувствительны к кислородной недостаточности центральная нервная система, мышца сердца, ткани почек, печени. Метгемоглобин может выделяться с мочой, повреждая почки.

Степень выраженности метгемоглобинемии при поступлении нитратов во внутреннюю среду организма зависит от возраста и дозы нитратов, а также от индивидуальных особенностей организмов. Уровень метгемоглобина при одних и тех же дозах нитратов тем выше, чем меньше возраст организма. Установлена и видовая чувствительность к метгемоглобинообразующему действию нитратов. Чувствительность человека к нитратам превышает чувствительность к ним некоторых животных.

В связи с опасностью, которую представляет минеральный азот, в разных странах нормируется содержание аммонийного, нитритного и нитратного азота в воде. В настоящее время признается необходимость сочетания интересов здравоохранения с общеэкологическими проблемами. Санитарное состояние водоемов удастся сохранить на удовлетворительном уровне только при нормальном протекании в них основных процессов самоочищения. Согласно «Правилам охраны поверхностных вод ...», Перечням предельно-допустимых концентраций веществ, ПДК аммонийного азота равна 0,5 мг/л, нитритного азота - 0,08 мг/л, нитратного азота - 40,0 мг/л (рыбохозяйственное водопользование) и не более 45 мг/л (хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое водопользование). Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует в качестве предельно допустимой концентрации нитратов в воде 22 мг/л для умеренных широт. В ряде стран приняты другие ПДК для нитратов в питьевой воде: в США - 45 мг/л, в Германии - 50 мг/л, в нашей республике - 45 мг/л.

В водоемах и водотоках происходит естественный процесс самоочищения воды. Пока промышленно-бытовые сбросы были невелики, водоемы и водотоки сами справлялись с ними. В наш индустриальный век, в связи с резким увеличением количества

отходов, происходит нарушение процессов самоочищения. Возникает необходимость обезвреживать и очищать сточные воды.

Очистка сточных вод - это обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ. Освобождение сточных вод от загрязнения - сложное производство. В нем, как и в любом другом производстве, имеется сырье (сточные воды) и готовая продукция (очищенная вода). Схема очистки сточных вод дана на рис. 24.

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические, когда же они применяются вместе, то метод очистки и обезвреживания сточных вод называется комбинированным. Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей.

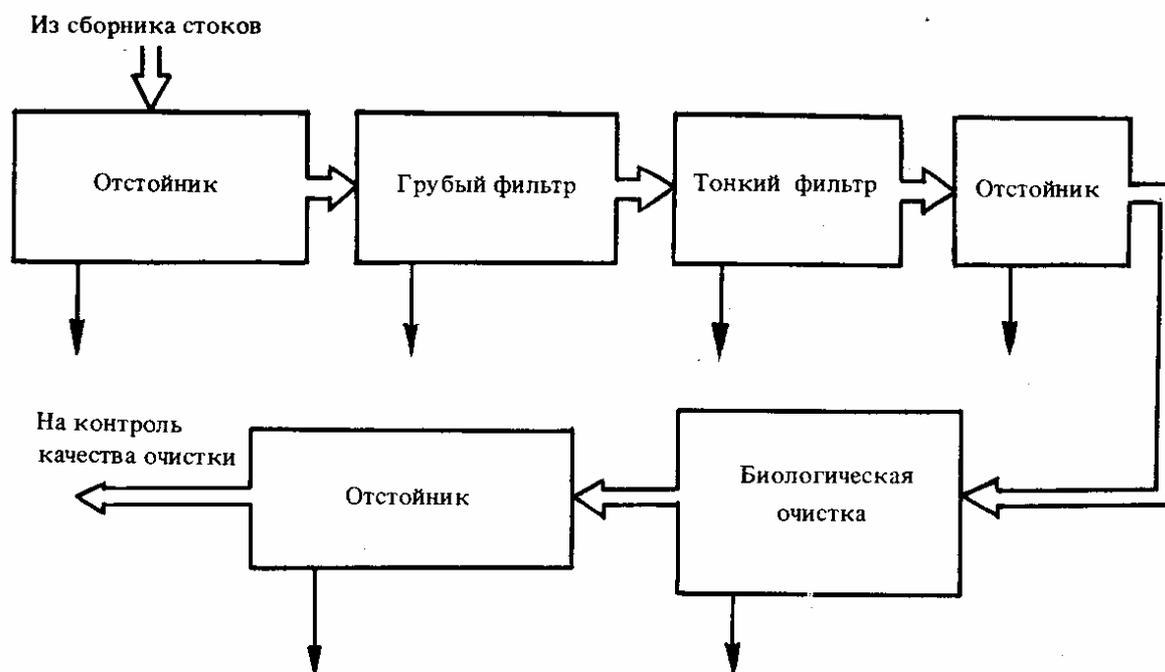


Рис. 24. Вариант принципиальной схемы очистки сточных вод (В.С. Романов, Н.З. Харитонова, 1986)

4 Охрана и рациональное использование водных ресурсов.

Защита водных ресурсов и их рациональное использование - одна из наиболее важных проблем, требующих безотлагательного решения. Одним из основных направлений работы по охране водных ресурсов является переход на замкнутые (бессточные) циклы водоснабжения, где очищенные сточные воды не сбрасываются, а многократно используются в технологических процессах. Замкнутые циклы промышленного водоснабжения дают возможность полностью ликвидировать сбрасывание сточных вод в поверхностные водоемы.

В промышленности актуальным становится более широкое внедрение малоотходных и безотходных технологических процессов, дающих наибольший экологический эффект.

Значительно уменьшить загрязненность воды, сбрасываемой предприятиями, можно путем выделения из сточных вод ценных примесей. Необходимыми являются разработка и внедрение новейшего оборудования, использующего минимальное количество воды для охлаждения, так как большое количество воды на предприятиях расходуется для этих целей. Переход от водяного охлаждения к воздушному позволит сократить на 70 – 90 % расходы воды в разных отраслях промышленности. Существенное влияние на повышение водооборота может оказать внедрение высокоэффективных методов очистки сточных вод, в частности физико-химических.

На реализацию комплекса мер по охране водных ресурсов от загрязнения и истощения в развитых странах выделяются ассигнования, достигающие 2 - 4 % национального дохода.

В общем, охрана и рациональное использование водных ресурсов - это одно из звеньев комплексной мировой проблемы охраны природы.

ЛЕКЦИЯ 16. ЛИТОСФЕРА. ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

- 1 Земельный фонд планеты, почвенные ресурсы.
- 2 Неблагоприятные последствия использования земельных ресурсов.
- 3 Рациональное использование земель, их мелиорация.

1 Земельный фонд планеты, почвенные ресурсы.

Верхняя твердая оболочка Земли, постепенно переходящая с глубиной в другие области, составляет литосферу. Она имеет слоистую структуру и включает земную кору и верхнюю мантию. Различают материковую кору (толщина от 35 – 45 км под равнинами до 70 км в области гор) и океаническую (5 – 10 км). В строении первой имеются три слоя: верхний осадочный, средний гранитный и нижний базальтовый; в океанической коре гранитный слой отсутствует. Земная кора подвержена постоянным тектоническим движениям. Ниже земной коры находится мантия: верхняя – до глубины около 1000 и нижняя – около 2900 км. Внутреннюю часть Земли составляет ядро планеты: верхнее – до глубины около 5000 и нижнее (субъядро) – до 6371 км центра земного шара. В ядре, где

температура может достигать 5700 °С, а давление 350 МПа, предполагают наличие вещества в металлическом (пластично-вязком и твердом) состоянии. Точный характер внутреннего строения Земли до сих пор остается невыясненным.

Жизнедеятельность человека связана главным образом с литосферой, которая является источником минеральных ресурсов. Верхняя часть литосферы – среда для строительства зданий, сооружений, искусственных водоемов и т.д. От литосферы зависят стихийные бедствия: землетрясения, вулканические извержения, сели, оползни. Важную часть литосферы составляет почва. Почва – это поверхностный слой земной коры (точнее коры выветривания), который образуется и развивается в результате взаимодействия растительности, животных, микроорганизмов, материнской породы и является самостоятельным природным образованием (В.А. Вронский, 1997). Современный почвенный покров и его наиболее активная оболочка – гумусовый горизонт – является особым природным образованием, возникшим в результате сложнейших и длительных процессов воздействия живых и мертвых организмов на поверхностные горизонты литосферы в различных условиях климата, рельефа местности, земной гравитации и других факторов.

Почва – основной компонент любых наземных экологических систем, в ней протекают разнообразные и многочисленные физические, химические и биологические процессы. Характеризуется плодородием, т.е. способностью обеспечивать растения необходимым количеством питательных элементов, воды и воздуха. Это свойство резко отличает почву от любой горной породы и является наиболее важным в хозяйственной деятельности человека. Плодородие почвы определяется наличием в верхней части почвенного профиля темно-окрашенного гумусового горизонта, обогащенного органическим веществом и элементами питания растений. Толщина почвенного слоя в среднем составляет 18-20 см, в отдельных случаях несколько миллиметров или достигает 2 м. Образование почвы – длительный, многовековой процесс; по подсчетам ученых, для создания слоя почвы толщиной 2-3 см. в современных условиях необходимо от 200 до 1000 лет.

Почвенный покров – один из важнейших природных ресурсов, ценнейшее богатство нашей планеты. Это главное средство производства в сельском и лесном хозяйствах и пространственный базис размещения и развития всех отраслей народного хозяйства. Почва обеспечивает воспроизводство всех возобновимых ресурсов растительного и животного мира, она - основа материальных благ

человечества. Почва представляет собой ресурс, который при правильном использовании не убавляется, а сохраняется и улучшается путем повышения плодородия. Поэтому правильное использование и охрана земельных ресурсов – первостепенная задача каждого государства. К. Маркс писал: "Даже целое общество, нация и даже все одновременно существующие общества, взятые вместе, не суть собственники земли. Они лишь ее владельцы, лишь пользуются ею, и, как добрые отцы семейства, они должны оставить ее улучшенной следующим поколениям".

Процесс формирования почв из горных пород – почвообразование начинается с выветривания, дробления породы и поселения на продуктах выветривания микроорганизмов и растений. Представление о почве как, о самостоятельном природном теле с особыми свойствами было создано в последней четверти XIX в. основателем современного почвоведения В.В. Докучаевым. В дальнейшем учение о почве развили В.Р. Вильямс, К.Д. Глинка, Г.Н. Высоцкий и др. В.Р. Вильямс обосновал ведущую роль растений в процессе почвообразования. Зеленые растения – единственные источники органического вещества, создаваемого в процессе фотосинтеза. Наибольшее количество растительной биомассы создают лесные сообщества, особенно в условиях влажных тропиков, меньше – в условиях тундры, пустынь, в болотистой местности. Почва обогащается органическим веществом в процессе периодического опада или отмирания растений; при содействии животных, бактерий, грибов на поверхности почвы образуется почвенный гумус. Особенно велика роль в процессе почвообразования беспозвоночных и простейших животных. Большая часть их (сапрофаги) потребляет и перерабатывает мертвое органическое вещество, другие (некрофаги) питаются живыми организмами.

В Европе на 1 м² почвы приходится до 20 миллиардов простейших одноклеточных животных и до 50 млн. червей нематод. Сотнями тысяч исчисляются коловратки, мелкие земляные черви (энхитреиды), клещи, тысячами – насекомые и многоножки, сотнями – дождевые черви, слизни, улитки и другие беспозвоночные животные. Благодаря своей многочисленности почвенные животные в общей массе могут достигать 3,5 т живой массы на 1 га. Здесь они рождаются, питаются, экскретируют, размножаются и умирают. При этом происходит разложение и гумификация растительных остатков, усиливается аэрация почвы и стимулируется деятельность микроорганизмов. За счет постоянного отмирания почвенных животных в почву

непрерывно поступают белки, углеводы и прочие органические вещества, которые затем минерализуются микроорганизмами. В почвообразовании принимают участие млекопитающие землерои: кроты, слепыши, цокоры, которые всю жизнь проводят в почве, а также мыши-полевки и другие млекопитающие, использующие почву в качестве убежища. Велико значение в создании почвы микроорганизмов – бактерий, низших грибов, одноклеточных водорослей, вирусов. Азотфиксирующие бактерии способны поглощать молекулярный азот из воздуха и обогащать им почву. Свободноживущие азотфиксирующие бактерии связывают за год несколько десятков килограммов азота на 1 га почвы, клубеньковые бактерии способны за один сезон накопить до 200-300 кг/га азота. Почвенные микроорганизмы принимают участие в синтезе многих витаминов и ростовых веществ, необходимых для растений и животных.

К числу важнейших факторов почвообразования относятся климат, рельеф и хозяйственная деятельность человека. По современным представлениям почва – гигантская экологическая система, оказывающая наряду с Мировым океаном решающее влияние на всю биосферу Земли. Она активно участвует в круговороте веществ и энергии в природе, поддерживает газовый состав атмосферы. Земельный фонд планеты представляет сочетание разнообразных категорий земель. Из общей площади суши земного шара около 20% расположено в слишком холодном климате, 20% – на очень крутых склонах, 10% – покрыты маломощными почвами, около 20% заняты пастбищами, лугами, лесами. Распределение земельных ресурсов на планете и основных типов почв представлено на рис. 25 – 26.

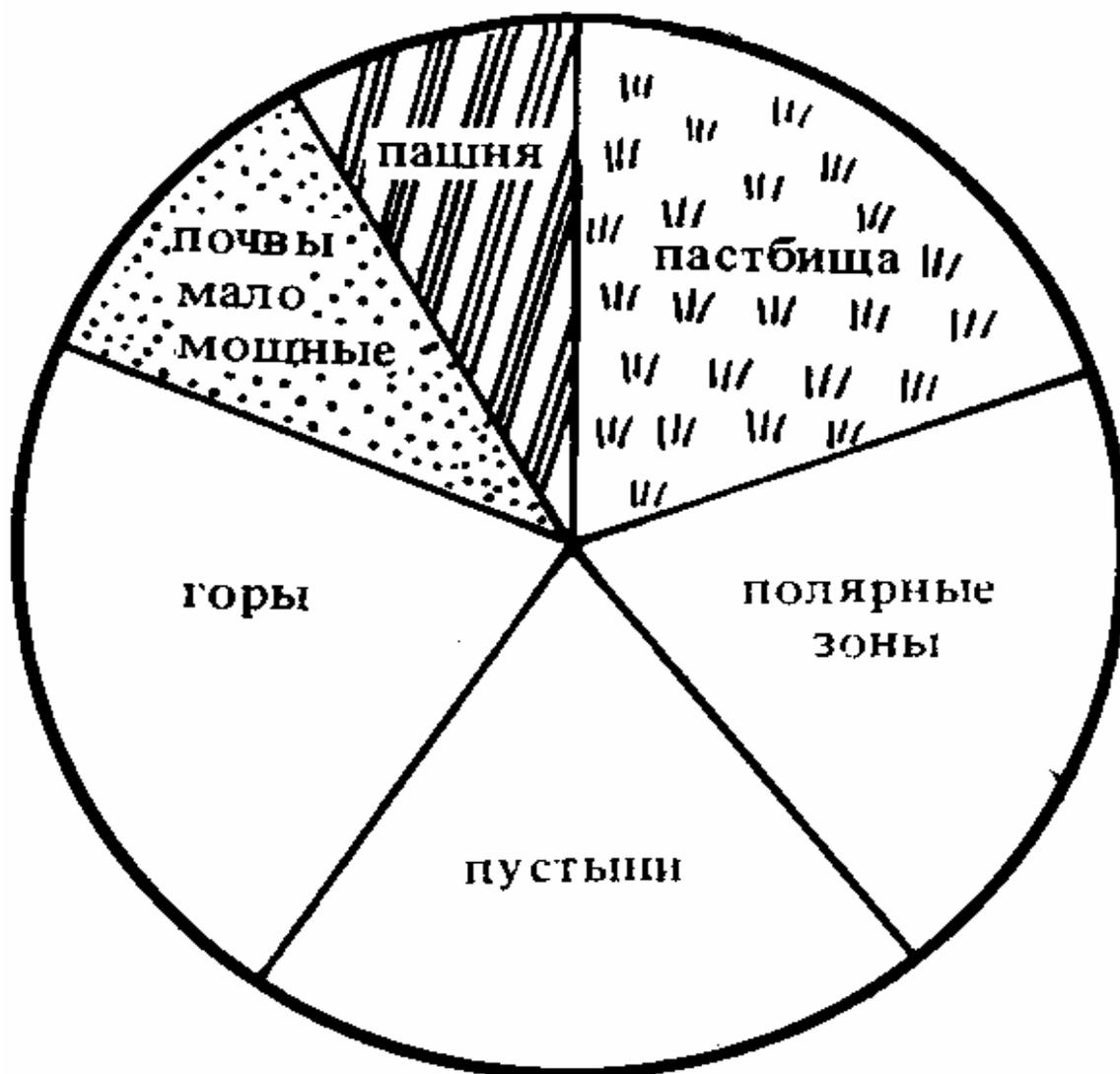


РИС. 25. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ПЛАНЕТЕ

(В.С. Романов, Н.З. Харитонова, 1986)

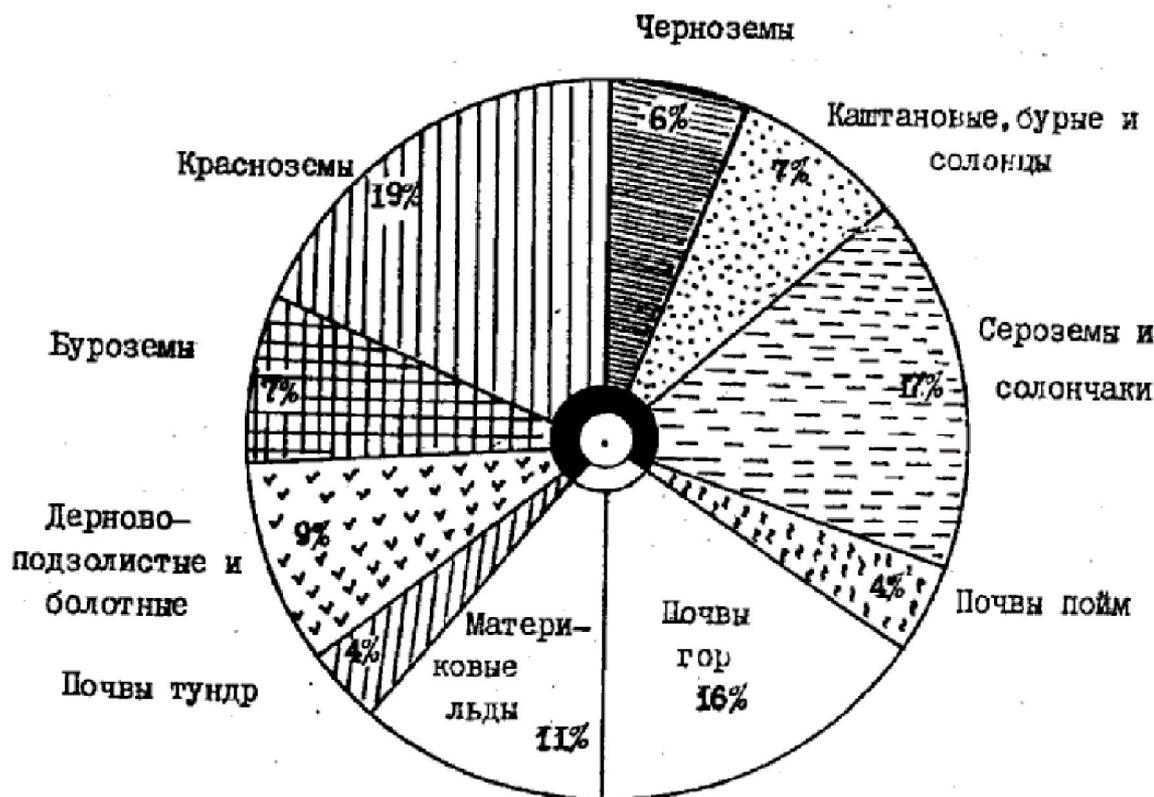


РИС. 26. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ НА ПОВЕРХНОСТИ СУШИ (В.А. ВРОНСКИЙ, 1997)

2 Неблагоприятные последствия использования земельных ресурсов.

Научно обоснованное землепользование может повышать естественное плодородие почв, улучшать состояние земельных ресурсов. Не поддающаяся количественному увеличению земля способна при правильном ее использовании не только воспроизводиться, но и увеличивать природный потенциал плодородия. Однако при неправильном, расточительном хозяйствовании имеют место значительные потери земельного фонда, связанные с возникновением и развитием процессов эрозии, засолением, иссушением, заболачиванием. К факторам, вызывающим разрушение почв, относятся также открытые и подземные разработки полезных ископаемых: угля, железной руды, цветных металлов, строительных материалов. До сих пор пахотные земли относятся под строительство. Происходит загрязнение почв промышленными отбросами, разнообразными пестицидами, строительным мусором, городскими свалками. Почвы разрушаются при неумеренной пастьбе скота, в результате сведения лесов, нерегулируемых рекреационных нагрузок. Ущерб, наносимый этими процессами мировому

земельному фонду, в последние десятилетия принял угрожающие размеры. Усиливается аридизация обширных территорий (снижение увлажненности), под угрозой распространения пустынь находится большая поверхность суши планеты; деградация засушливых ландшафтов идет со значительной скоростью. Из недр земли ежегодно добывается не менее 100 млрд. т минеральных веществ, извлекаются вода, нефть, газ, перемещаются триллионы тонн грунта, на поверхности возводятся крупные инженерные сооружения, создаются водохранилища. В результате активной деятельности людей происходит перераспределение геостатических нагрузок, увеличивается скорость движения участков земной коры, учащаются землетрясения, в некоторых местах опускается поверхность земли.

Одной из основных причин ухудшения качества земельных ресурсов является ускоренная эрозия почв. Слово "эрозия" происходит от латинского *erodere*, что означает – разъедаю. Под термином «эрозия почв» понимают разрушающее влияние текучей талой, дождевой и ливневой воды, ветра и льда на почвенный покров и подстилающие породы. В соответствии с этим различают *водную*, *ветровую* (дефляция) и *ледниковую эрозию*. *Нормальная*, или *естественная (геологическая)*, эрозия происходит в девственной природе. Но почва, защищенная растительностью, подвергается ей крайне медленно, снос и разрушение веществ компенсируется процессами почвообразования. Под влиянием же антрополического воздействия возникает *ускоренная эрозия*, которая часто приводит к полному разрушению почвы. Причем последнее протекает в 100 – 1000 раз быстрее, чем при природных эрозионных процессах. В результате эрозии за предыдущее столетие на нашей планете потеряно 2 млрд. га плодородных земель, или 27% земель активного сельскохозяйственного фонда. Развитию эрозии способствует ряд антрополических и природных факторов. Наиболее опасна распашка почв *без соблюдения противоэрозионных мероприятий*. Ухудшению качества почвы, снижению плодородия и быстрому физическому разрушению способствует также *вынос питательных веществ с урожаем возделываемых культур*. Такие, например, культуры, как свекла, картофель, масличные, уносят ежегодно от 300 до 700 кг минеральных веществ с 1 га. Особенно сильно истощают почву *монокультуры*.

Развитие эрозии вызывает *уничтожение лесов*, лишаящее почву защитного покрова. Леса обладают большой водорегулирующей способностью, так как лесная подстилка впитывает атмосферные осадки, переводит их в подземный сток. Удлиняется срок

просачивания воды, которая постепенно поступает в нижние почвенные горизонты, а затем в виде подземного стока выливается в реки и озера. С уничтожением леса резко нарушается водный баланс и возрастает поверхностный почворазрушающий сток. Кроме того, на вырубках меняется термический режим, происходит быстрое нагревание и иссушение почв, возрастает скорость ветра.

Исключительно опасна эрозия почвы в горах, где обнаженные склоны способствуют возникновению разрушительных селевых потоков. Главная причина их образования – неправильная рубка леса вдоль склонов, а также – неумеренная пастьба скота и снежные лавины. Развевание или выдувание верхних горизонтов почвы, песков под влиянием сильных ветров, называемое *ветровой эрозией*, сопровождается потерей самых мелких частиц, с которыми выносятся важнейшие для плодородия химические вещества. При очень сильных ветрах (10 – 20 м/с), передвигающих мелкие почвенные частички во взвешенном состоянии в воздушном потоке, образуются *пыльные*, или *черные бури*. За один-два дня ветер может снести слой почвы мощностью от 1 – 2 до 2 – 25 см. Вред, причиняемый эрозией, представлен на рис. 27.

Помимо эрозии, серьезной проблемой в современном земледелии является засоление почв – процесс накопления в верхних горизонтах почвы вредных для растений солей: Na_2CO_3 , MgCO_3 , CaCO_3 , Na_2SO_4 , NaCl и др. Самое губительное действие оказывают соли натрия. В естественных условиях засоление почв происходит через грунтовые воды, насыщенные солями, которые по почвенным капиллярам поднимаются вверх и испаряются. Растворенные соли остаются на поверхности почвы, в пахотном горизонте. Наибольшую опасность в земледелии представляет *вторичное засоление орошаемых земель* в условиях аридного климата с длительным сухим сезоном. Засоленные почвы наиболее распространены в засушливых районах (сухие степи, полупустыни, пустыни) и представлены солончаками и солонцами. Так, в пустынях Средней Азии солончаки занимают более 10% площади, представляя тип почв, покрытых выцветами солей, с высокой степенью засоления. При несколько лучшем увлажнении или более глубоком залегании грунтовых вод вместо солончаков в аридных районах возникают солонцы – почвы со значительным содержанием поглощенного натрия и присутствием на некоторой глубине от поверхности легкорастворимых соединений. Засолению подвержено около 50% площади орошаемых земель мира. Основная причина этого – низкий коэффициент полезного действия оросительных систем, строящихся и функционирующих без гидроизоляции,

фильтрация из каналов и другие несовершенства ирригационной сети. В больших масштабах происходит загрязнение почв путем поступления различных химических веществ, которые накапливаясь, приводят к постепенному изменению химических и физических свойств почвы.

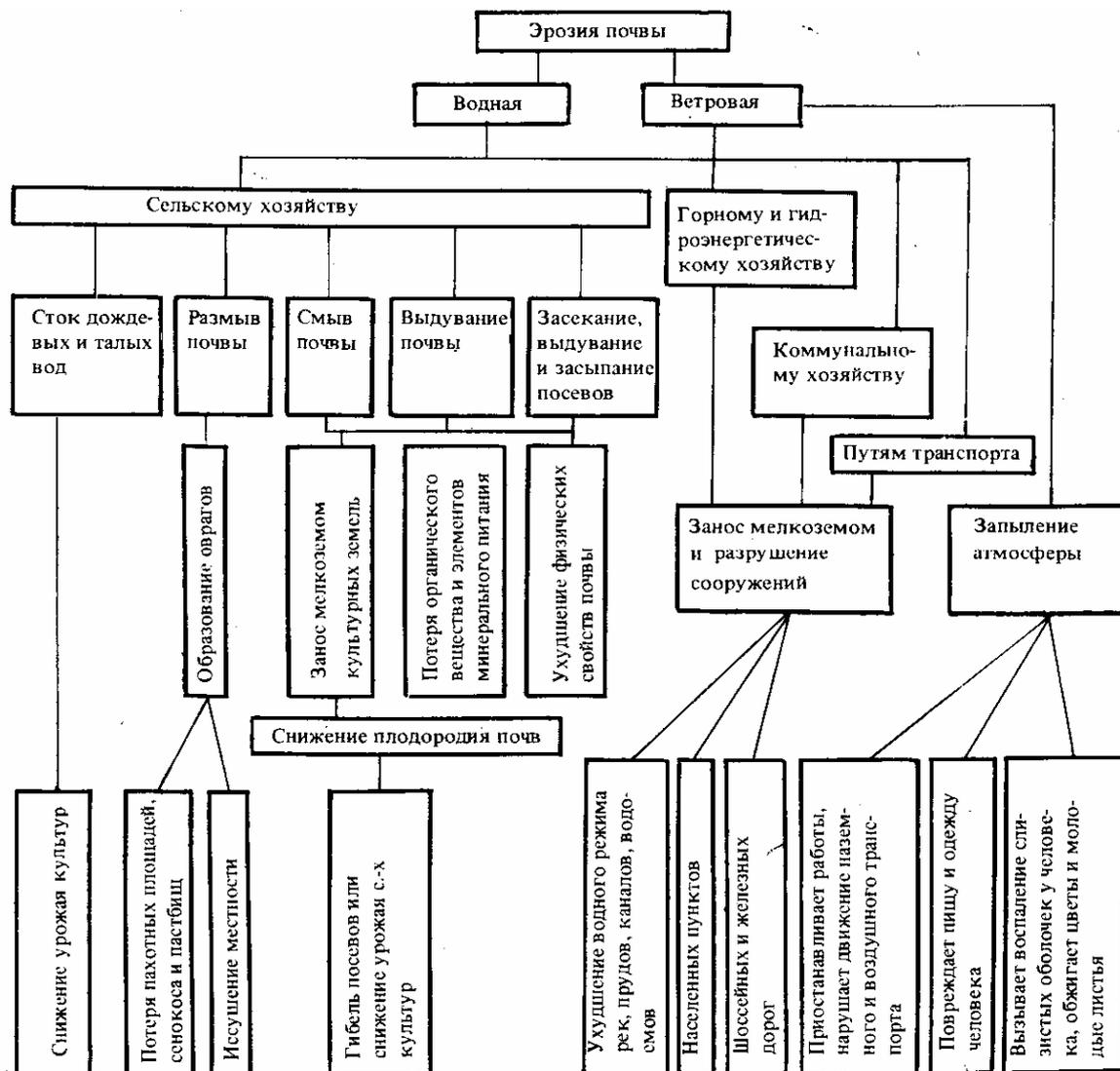


Рис. 27. Вред, причиненный эрозией (В.С. Романов, Н.З., 1986: по Е. В. Харитоновой, Миловановой, А. Н. Рябчикову, 1979).

Это нарушает геохимическую среду, снижает численность животных организмов, ухудшает плодородные свойства. Загрязнение почв и нарушение круговорота веществ, происходит в результате недозированного применения минеральных удобрений и при их неправильном хранении. Почва обладает способностью накапливать радиоактивные вещества (^{90}Sr , ^{14}C , ^{137}Cs и др.), поступающие в почву. Вместе с навозом, фекалиями, городским мусором и другими нечистотами в почву нередко поступают болезнетворные микробы,

яйца гельминтов и другие вредные организмы, которые через продукты питания и иным образом могут вызывать болезни людей и животных. К патогенным бактериям относятся возбудители таких инфекционных заболеваний, как сибирская язва, газовая гангрена, столбняк, ботулизм. Возбудители таких заболеваний сохраняют жизнеспособность в почве многие десятилетия. Из числа временно обитающих в почве микроорганизмов большую группу составляют возбудители кишечных инфекций (брюшного тифа, паратифов, дизентерии, холеры), бруцеллеза, туляремии, чумы, коклюша.

3 Рациональное использование земель, их мелиорация.

Почва как объект использования, охраны и контроля, в том числе со стороны гигиенистов, имеет ряд специфических особенностей в сравнении с другими объектами окружающей среды. Прежде всего, почва менее подвижна, чем атмосферный воздух или поверхностные воды, и в связи с этим практически не располагает таким мощным фактором естественного самоочищения, свойственного другим средам, как разбавление. Загрязнения, попавшие в тело почвы, накапливаются, эффекты суммируются. Цепная реакция последствий загрязнения связана с его влиянием на растительность, состояние атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, а по этим цепям – на здоровье человека. Все это важно учитывать при использовании земель.

Одним из основных факторов рационального использования земельных ресурсов является гидротехническая мелиорация, включающая оросительные и обводнительные работы. Главный резерв увеличения объема сельскохозяйственной продукции – интенсификация использования имеющихся пахотных и других земельных ресурсов путем повышения плодородия земель, применения научно обоснованных приемов земледелия. Своевременное применение комплекса противоэрозионных мероприятий (агротехнических приемов по регулированию поверхностного стока талых и ливневых вод; вспашка, культивация и рядовой посев или посадка поперек склона; сохранение определенного количества пожнивных остатков на пашне в течение всего года), осуществление их с учетом природных и социально-экономических условий позволяют предотвращать эрозионные процессы или ликвидировать их последствия. Универсальным способом защиты почв является полезащитное лесоразведение. На участках, защищенных лесными полосами, создаются лучшие микроклиматические условия для произрастания культур, снижаются

скорость ветра, сухость воздуха, испарения влаги, усиливается снегозадержание. В горных условиях необходимо устройство противоселевых сооружений, террасирование, облесение склонов, регулирование выпаса скота, сохранение горных лесов.

В рамках мероприятий по сохранению почв важное значение имеет охрана их от загрязнения, что может достигаться сбором, удалением, обезвреживанием и утилизацией твердых и жидких хозяйственно-бытовых и производственных отходов. В борьбе с засолением почв и его предотвращением важную роль играет техническое усовершенствование оросительных систем, проведение облицовки каналов, сооружение оросительных каналов в закрытых трубопроводах. Радикальным средством по удалению из почвы водорастворимых солей является устройство дренажных сетей в сочетании с промывками почвы. Известны селекционные методы повышения солеустойчивости растений.

На восстановление почв, которые подвергаются разрушению при добыче полезных ископаемых, в результате появления насыпного грунта промышленных отходов, отвалов подземных горных разработок, отвалов при открытых горных работах, направлена рекультивация (от лат. – повторно и обрабатываю). Рекультивацией земель называется процесс восстановления земель, нарушенных хозяйственной деятельностью людей. Выделяют техническую и биологическую рекультивацию. Последнюю проводят путем восстановления почвенно-растительного покрова и плодородия почвы. Восстановление территорий осуществляется в нескольких направлениях: для сельскохозяйственного использования, под лесные насаждения, водоемы, жилищное и капитальное строительство.

Таким образом, формы охраны почв от негативных последствий разнообразны. При интенсивном использовании земли необходимо заботиться об увеличении плодородия почвы.

Мелиорация почв (от лат. – улучшение) – это улучшение свойств почв с целью повышения ее плодородия (В.А. Вронский, 1997). Различают: **гидротехническую** (осушение, орошение, промывка засоленных почв) с целью улучшения физических свойств почв, **химическую** (известкование, гипсование, внесение химических мелиораторов) и **агролесомелиорацию**. Агролесомелиорация представляет собой систему лесохозяйственных мероприятий, направленных на улучшение почвенно-гидрологических и климатических условий местности, делающих ее более благоприятной для ведения сельского хозяйства. Основные направления агролесомелиорации – степное лесоразведение, создание

полезных лесных полос, облесение оврагов, крутых склонов, закрепление песков, улучшение пастбищ, облесение сильно деградированных земель и др.

Роль лесных насаждений в борьбе с эрозией многообразна. На сельхозугодьях, защищенных лесными полосами, создаются лучшие микроклиматические условия для произрастания культур, снижается скорость ветра, уменьшается число суховеев, пыльных бурь. Правильно созданная система полезных лесных полос регулирует и задерживает поверхностный сток, защищает почву от смыва талыми водами и от выдувания ветром. Особенно эффективны лесные полосы при защите сельскохозяйственных земель от ветровой эрозии во время сильных пыльных бурь. Кроме того, лесные насаждения на фоне сельхозугодий выполняют важную роль в сохранении, восстановлении и повышении биологической продуктивности ландшафта.

ЛЕКЦИЯ 17. МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.

- 1 Минеральные ресурсы и их использование.
- 2 Энергетика. Современные проблемы.
- 3 Основы энергосбережения.

1 Минеральные ресурсы и их использование.

Минеральные ресурсы, или ресурсы недр Земли, которые называют также полезными ископаемыми или минеральным сырьем, как и топливно-энергетические ресурсы, являются основой развития современной индустрии и научно-технического прогресса. Многие отрасли промышленности полностью или частично базируются на минеральном сырье: черная и цветная металлургия, химическая промышленность, электростанции, работающие на минеральном топливе, строительная индустрия и др. Основная отрасль тяжелой индустрии – машиностроение с его многочисленными направлениями работает на минеральном сырье и минеральном топливе. Дальнейшее развитие мирового хозяйства немыслимо без широкого использования топливно-энергетических и минерально-сырьевых ресурсов.

К настоящему времени все ископаемые вещества (твердые, жидкие и газообразные) и геотермальная энергия сосредоточены в верхних частях земной коры. Среднее содержание химического элемента в

земной коре называется кларком данного вещества. Более 99% массы земной коры составляют кларки восьми элементов: кислород - 47%; кремний – 29,6; алюминий – 8,1; железо – 4,7; кальций – 3; натрий – 2,5; калий – 2,5; магний – 1,9%;

В течение последних десятилетий в большинстве стран мира в связи с расширением масштабов производства имеет место рост суммарного потребления минеральных ресурсов и потребления их на душу населения, увеличиваются темпы роста добычи и использования.

Основной путь рационального использования полезных ископаемых как источников сырья и энергии состоит в совершенствовании способов добычи для повышения коэффициента извлечения их из недр при разработке месторождений, уменьшении отходов при добыче, в процессе обогащения и переработки, полная утилизация всех полезных компонентов.

Следует постоянно совершенствовать технологию производства – методы и способы превращения ресурсов в необходимую продукцию, природные материалы заменять синтетическими. Большое значение имеет расширение работ по геологической разведки с целью создания потенциальных запасов минерального сырья. При разработке минеральных ресурсов необходимо соблюдать комплекс мероприятий, направленных на охрану прилегающих к горнодобывающим предприятиям таких компонентов природной среды, как почва, растительность, рельеф местности, состав атмосферного воздуха. Совершенствовать процессы добычи и использования полезных ископаемых в направлении более полного удовлетворения требованиям охраны окружающей среды и экологизации производства.

2 Энергетика. Современные проблемы.

Известно, что энергия может быть преобразована из одной формы в другую. Превращение энергии присутствует в самых разных процессах, происходящих во вселенной, будь то процесс газового обмена и роста растений, промышленное производство или взрывы звезд. Энергия может существовать в нескольких формах. Так, движущиеся объекты, например автомобиль, обладают кинетической энергией, величина которой зависит от скорости и массы объекта. Энергия может быть также термальной или тепловой; основой для определения величины этого типа энергии является температура теплонесущего тела. Энергия может сохраняться в течение бесконечно долгого промежутка времени, т.е. она может "запасаться".

Пища, древесина и нефть являются примерами материи, способной сохранять энергию в течение долгого времени до того момента, когда произойдет ее превращение, например, в тепло. Другой пример запасов энергии – вода в водохранилищах при гидроэлектростанциях. Некоторые из таких форм запасов энергии называются источниками энергии.

Природные источники энергии подразделены на две группы: относительно неисчерпаемые и исчерпаемые. В первую включены: ядерная реакция, солнечная энергия, энергия ветра и рек, морских приливов. Запасы их практически неисчерпаемы. Вторую группу составляют: минеральные топливные ресурсы (уголь, нефть, газ, сланцы, торф, уран). Мировой энергетический баланс складывается главным образом из источников энергии второй группы. Общие запасы минеральных (горючих) источников энергии по мере использования уменьшаются, а создание их в недрах Земли происходит чрезвычайно медленно, несопоставимо с темпами добычи и продолжительностью человеческой жизни.

Современные энергосистемы являются неотъемлемым компонентом инфраструктуры общества, в особенности в промышленно-развитых странах. Классификация использования энергии потребителями имеет общий характер. Традиционно рассматривается использование энергии в отдельных экономических секторах общества: в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве, в частном, коммерческом и других секторах (банках, офисах, больницах, учебных и культурных заведениях). В развитых странах соотношение между разными потребителями энергии составляет: на транспорте и в промышленности примерно по 32%. Доля других потребителей энергии равна около 35%. В развивающихся странах соотношение имеет другой вид. На протяжении десятков лет наблюдается рост потребления электроэнергии. Причины этого разнообразны: в связи с ростом промышленности, сельскохозяйственного производства, развитием транспорта. Некоторые другие причины были изложены в лекции академика П.Л. Капицы "Глобальные проблемы и энергия", прочитанной в 1976 г. в Стокгольмском университете. Им отмечено, что рост потребления энергии связан с ростом материального уровня жизни людей в развитых странах, а также благодаря необходимости поднять уровень жизни в развивающихся странах. Истощение запасов минерального сырья, необходимого для промышленности, главным образом металлов, таких, как серебро, олово, медь, приводит к необходимости их извлечения из более бедных по содержанию руд.

Уже сейчас оказывается необходимым добывать некоторые металлы (как, например магний), растворенные в морской воде. Это требует на единицу веса больших энергозатрат. Потребление энергии возрастает при борьбе с загрязнением окружающей среды, которое происходит в глобальном масштабе и принимает угрожающие размеры. Известно, что технологические процессы, при которых отсутствуют вредные выбросы (в таких производственных процессах, как, например, бумажное), ведут к увеличению потребления энергии. Дальнейшее повышение эффективности сельского хозяйства требует производства минеральных удобрений, что также приводит к росту энергетических затрат. В общем, большая роль энергетики в развитии материальной культуры человечества и объясняет, почему мировое потребление энергии растет.

Рост потребления энергии связан с необходимостью решения ряда возникающих глобальных проблем. Процессы превращения энергии, имеющие место в обществе, связаны не только с потерями в виде непригодной к использованию энергии, но также и с эмиссией веществ, вредных для окружающей среды. Для большинства операций, осуществляемых с помощью энергетики, используют энергию невозобновимых источников, как ископаемое топливо. Так как основным источником энергии является главным образом нефть и уголь, то сегодня продолжает оставаться актуальным загрязнение среды. При сгорании топлива в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества, как оксиды азота, серы, углеводороды и твердые частицы (сажа). Эти вещества являются причиной таких процессов, как закисление почвы и воды, евтрофирование. Увеличение содержания в атмосфере отдельных веществ, к примеру, диоксида углерода, служит одной из причин возникновения парникового эффекта – экологической проблемы глобального характера. Более того, использование в качестве источников энергии прежде всего невозобновимых источников, темпы возобновления которых во много раз ниже темпов их добычи, показывает на несбалансированность современных энергетических систем. Необходимо коренное преобразование энергосистем.

Существенное значение в разрешении энергетических проблем имеет использование возобновимых источников энергии. Ими являются: энергия ветра, гидроэнергия, солнечная, термальная, фотоэлектрическая энергия (последняя используется в электронных приборах, наручных часах, калькуляторах, на маяках, в горных регионах). Некоторые технологии использования нетрадиционных видов энергии уже являются конкурентно-способными. Так, общая

устойчивая мощность ветровых установок за период 1994/95 гг. увеличилась вдвое (с 2000 до 4000 МВт). Особенно широко они применяются в Калифорнии, Дании, Нидерландах, Индии, Германии. Этанол, вырабатываемый из сахарного тростника, с успехом используется в качестве моторного топлива в Бразилии.

Перспективной технологией является прямое преобразование солнечной энергии в тепловую или электрическую. При увеличении отдачи и уменьшении затрат использование солнечной энергии существенно растет. Основными факторами, которые должны учитываться при использовании различных источников энергии, и которые в конечном итоге определяют будущее развитие энергетики, являются следующие: это потребности в том или ином виде энергии (механическая, электрическая, тепловая, химическая и т.д.); энергетические ресурсы, их степень универсальности для использования, воздействие на окружающую среду; годовая мощность источников энергии и плотность потока, ими создаваемая; энергоотдача, т.е. отношение количества энергии, полученного от преобразователя за срок службы, к количеству энергии, затраченной на создание данного преобразователя и его эксплуатацию. Совершенно очевидно, что данная величина должна быть больше единицы и она является важнейшим экономическим параметром.

Разнообразие условий, оказывающих влияние на развитие энергетики, неравномерность их распределения по земному шару, показывает сложность проблемы прогнозирования потребностей в энергетических ресурсах на дальнюю перспективу. Перечислим факторы, которые положены в основу прогнозов, сделанных в конце 70-х годов. Они наиболее четко изложены в геометрической прогрессии и за последнее пятнадцатилетие прирост составляет пять процентов в год. Это наиболее высокий показатель роста в мировом народном хозяйстве, и всюду капиталовложения в энергетику являются доминирующими. Однако последующие годы привели к изменению этой точки зрения. Основной урок, который может быть сделан из анализа процессов, характерных для предыдущих десятилетий, - это расточительность, с которой ведет человечество свое энергетическое хозяйство, и ему следует с большим уважением относиться к "эволюционному опыту" природы.

Таким образом, энергосистемы ассоциируются с целым рядом проблем, такими как уменьшение запасов ресурсов, загрязнение окружающей среды. Для того, чтобы выполнить международные соглашения по устойчивому развитию (Повестка на XXI век) и охране окружающей среды, необходимо, чтобы энергетические проблемы

стали более сбалансированными. Главным условием этого является увеличение эффективности использования энергии во всех секторах общества. Сегодня существует много технических и организационных возможностей, реализовав которые, можно обеспечить основные и неосновные потребности, используя значительно меньшее по сравнению с настоящим количество энергии. Необходимо использовать нетрадиционные источники энергии.

Проблемы энергетики служат предметом обсуждений на международном уровне. Имеются международные организации: МАЭ – Международное агентство по энергии, ВСЭ – Всемирный совет по энергии.

3 Основы энергосбережения.

Анализ процессов по использованию энергии в последние десятилетия показывает на расточительность, с которой человечество ведет свое энергетическое хозяйство. Поэтому важное значение приобретают вопросы энергосбережения. Энергосбережение находится в соответствии с более широкой проблемой ресурсосбережения. Под ресурсосбережением понимают производство, технологию и реализацию конечных продуктов с минимальным расходом материалов и энергии на всех этапах производственного цикла (от добывающих до сбывающих отраслей) и с наименьшим воздействием на природные экосистемы и человека. Это, прежде всего энергетическая эффективность – соотношение между затрачиваемой (или имеющейся) энергией и полезным продуктом, получаемым при этих затратах. Превращение, например, высококачественной энергии, извлекаемой из ядерного топлива, в тепловую с температурой в несколько тысяч градусов и далее в высококачественную электроэнергию, а затем использование этой энергии для поддержания температуры в доме на уровне 20°C является чрезвычайно расточительным процессом. Как отмечают в литературе, использовать высококачественную энергию для производства низкокачественного тепла – "это все равно, что резать масло циркулярной пилой или бить мух кузнечным молотом". Поэтому основным принципом использования энергии должно быть соответствие качества энергии поставленным задачам. За рубежом для обогрева жилищ стали применять солнечную энергию, энергию ветра, энергию термальных источников и п.р., в районах с холодным климатом – наилучшим способом отопления является создание зданий, абсолютно изолированных от внешней среды. Приведенные примеры показывают на то, что немалую роль в повышении

эффективности использования энергии может сыграть строительная индустрия. В 1985 г. (В.В. Алексеев, 1990) на отопление и освещение зданий в промышленно развитых странах затрачивалось столько энергии, что это было почти эквивалентно объему нефти, добываемой странами ОПЕК. Эта статья расхода может быть существенно уменьшена за счет внедрения конденсирующих печей, которые утилизируют значительную часть тепла, содержащегося в уходящих газах, и поэтому потребляют почти на 30% меньше топлива по сравнению с традиционными газовыми печами и выбрасывают меньше вредных веществ в атмосферу. Использование прогрессивных строительных материалов позволит резко сократить теплопотери через окна, двери и стены. На обогрев, например, некоторых домов с суперусиленной теплоизоляцией (США) требуется на 70% меньше тепла по сравнению с обычным домом американской постройки. В некоторых домах в Швеции отмечалась еще большая экономия тепла. Существенную роль в энергосбережении должны играть указанные выше ее альтернативные источники. В общем, решение энергетической проблемы заключается в дальнейшем развитии энергосберегающих технологий, использовании экологически безопасных и экономичных методов.

В современном обществе можно выделить два типа общества: общество одноразового потребления, создающее отходы, и природосберегающее общество. Первый тип общества базируется на использовании как можно большего количества энергии и вещества и с большой скоростью превращает высококачественную энергию в низкокачественную, вещества в отбросы, загрязняющие компоненты. Основой природосберегающего общества является разумное использование энергии и рециркуляция вещества, вторичное использование невозобновимых ресурсов, сокращение потребления и потерь энергии и ресурсов. При этом особенно важно эффективно использовать энергию, не применяя без особой необходимости ее высококачественные виды. В этом обществе будущего на всех уровнях (локальном, региональном, глобальном) не должен быть превышен порог экологической устойчивости окружающей среды. Для ограничения потерь ресурсов и предотвращения загрязнения необходимо учитывать информацию о воздействиях на окружающую среду на "входе" в нее.

Таким образом, уменьшению давления энергетики на окружающую среду может способствовать снижение энергетических трат в результате экономии энергии, совершенствование технологий,

формирование нового мышления, которое ставит на первое место общечеловеческие ценности, экологию и культуру.

ЛЕКЦИЯ 18. БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ, ИХ ОХРАНА

- 1 Флора и фауна планеты - основные компоненты и генофонд биосферы.
- 2 Роль биоресурсов, их охрана.
- 3 Красная книга.

1 Флора и фауна планеты - основные компоненты и генофонд биосферы.

Флора и фауна представляют собой важную часть биосферы нашей планеты. Общее количество видов растений и животных Земли составляет более 2,5 миллионов, из них растений порядка 500 тыс., животных - более 2 млн. Показателем биологического разнообразия (Национальная стратегия и план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь, 1997) растительного мира Беларуси является наличие 11,5 тыс. видов, среди которых высших растений до 2100, низших – 9000-9500 видов. Эндемичных видов нет. В Красную книгу Беларуси занесено 180 видов растений. Показателем биологического разнообразия животного мира служит наличие в его составе 457 видов позвоночных и более 30 тыс. видов беспозвоночных различных групп животных. Млекопитающие представлены 73 видами. Одним из наиболее уникальных видов млекопитающих является зубр беловежской линии (формы), численность его равна около 300 особей. Количество видов других групп позвоночных животных составляет: птицы - 298, рептилии - 7, земноводные - 12, рыбы и круглоротые - 62. В фауне Беларуси отсутствуют эндемики, но сохраняется ряд видов, представляющих реликтовые остатки фауны древних эпох (белая куропатка, золотистая ржанка, чернозобая гагара, крапчатый суслик, обыкновенный хомяк, степной лунь, др.). В Красную книгу Беларуси занесено 97 видов позвоночных и 85 видов беспозвоночных животных, находящихся на территории республики в наиболее угрожаемом состоянии. Большое количество видов животных, кроме национального, имеют международный охраняемый статус, а также охраняются в соответствии с международными конвенциями.

Растения и животные играют большую роль в биосфере и для

человека. Велика роль растений в природе в первую очередь благодаря их свойству осуществлять процесс фотосинтеза - источнику существования, процветания и развития жизни на Земле. Усваивая в процессе фотосинтеза двуокись углерода, воду, минеральные компоненты (азот, фосфор и др.), растения, как было отмечено ранее, образуют органические вещества - источник пищи и энергии всех живых организмов и выделяют кислород. Кислород нашей планеты является производным жизнедеятельности автотрофных организмов. Растительность, прежде всего лес, играет большую климатообразующую, водоохранную, почвозащитную роль. Растения и животные играют исключительно важную роль в миграции химических элементов, в поддержании существующих в природе взаимосвязей. Большое значение они имеют в формировании ландшафтов, образовании почвы и коры выветривания. При участии растений и животных формируется химический состав вод, возникает особая приземная атмосфера. Жизнь растений и животных тесно связана друг с другом. Одни животные являются опылителями растений (многие насекомые, некоторые птицы - колибри, нектарницы, цветочницы, отдельные виды летучих мышей), другие - переносчиками их семян (многие птицы и млекопитающие). Значительное число растений совсем не могло бы существовать без животных, так как без помощи последних они не могут опыляться или расселяться. Многие животные (растительноядные) поедают растения, способствуя этим улучшению или наоборот ухудшению (при перевыпасе) растительного покрова. Есть однако животные (насекомые и др.), вызывающие у растений заболевания и повреждения, нередко приводящие к гибели растений. От характера растительности и животного мира во многом зависит характер биогеоценоза, его морфологическая и функциональная структура, биогеоценотическая деятельность его компонентов. Все это определяет ту большую роль, которую они играют в природных биогеоценозах (экосистемах). Участвуя в круговороте веществ в природе, влияя на состояние и развитие ее компонентов, растения и животные играют большую роль в жизни биосферы и особенно в поддержании «системы динамического равновесия» в живой природе.

2 Роль биоресурсов, их охрана.

Велико значение растительности и животного мира в жизни человека. Они служат источником разнообразных пищевых продуктов, технического и лекарственного сырья, строительных материалов. Флора и фауна используются при выведении новых

пород животных и сортов растений, для улучшения качества имеющихся домашних и культурных форм. Общеизвестно эстетическое значение растений и животных. Они служат объектом научных исследований, в том числе медицинских, в области биотехнологии.

Вместе с тем, среди растений и животных есть вредители сельскохозяйственных растений и сорняки на обрабатываемых землях и пастбищах, возбудители заболеваний. Некоторые виды животных участвуют в поддержании природно-очаговых заболеваний человека, являются прокормителями кровососущих паразитов. В отдельных местах приходится бороться с зарастанием водоемов высшей водной растительностью, массовым развитием водорослей в них, следствием чего является дефицит кислорода, заморы рыб, появление в воде токсических веществ, ухудшение качества воды, нарушение круговорота веществ. Имеются виды растений и животных, создающие биологические помехи в судоходстве, при водопользовании и водоснабжении - эксплуатации гидротехнических сооружений и водоводов вследствие жизнедеятельности обрастателей, древоточцев, камнеточцев.

Оценивая отдельные виды растений и животных, следует однако иметь в виду то, что значение каждого из них разностороннее и может меняться в зависимости от местообитания, времени года, численности, характера хозяйственной деятельности человека. Для определения степени вреда и пользы тех или иных видов необходим тщательный учет условий их обитания, знание конкретного значения видов в жизни природы и хозяйстве человека. Отношение человека к разным видам животных и растений должно основываться на принципе: каждый вид обладает уникальным генофондом, имеет или может иметь в будущем определенное положительное значение. Поэтому уничтожение какого-либо вида животных или растений является недопустимым без особых для этого оснований.

Человек своей деятельностью оказывает как положительное, так и отрицательное влияние на растительность и животный мир. Положительное влияние на растения выражается в возделывании разнообразных культурных форм, дающих высокий урожай и большое количество зеленой массы, участвующей в фотосинтезе. Человеком проводятся работы по лесовозобновлению, облесению открытых территорий, озеленению населенных пунктов, а также по борьбе с вредителями и болезнями растений. Влияние деятельности человека на животных проявляется и в увеличении численности определенных видов. Под влиянием человека возник совершенно

новый, так называемый культурный ландшафт, со специфичной для него фауной. Некоторые виды животных нашли в нем настолько благоприятные условия, что стали встречаться только или почти только в нем. К их числу принадлежат, например, такие виды, как сизый голубь, домашняя и полевая воробьи, деревенская и городская ласточки, галка, грач, др. Фауна культурного ландшафта имеет обедненный видовой состав, но довольно высокую численность составляющих ее видов. В культурном ландшафте могут уживаться по соседству с человеком промысловые виды (лось, косуля, белка, тетерев, утки).

Отрицательное воздействие человека на растительность и животный мир осуществляется двояким путем: прямым - непосредственным уничтожением и косвенным - изменением условий существования. Многие животные и растения подвергаются одновременному воздействию того и другого фактора. В результате отрицательного воздействия человека наблюдается процесс сокращения растительного покрова Земли (особенно лесного), обеднения видовой состава растительности и животного мира. Часть видов растений и животных исчезли полностью, другие перешли в ранг редких и исчезающих. Поэтому возникла необходимость безотлагательных мер по охране флоры и фауны, сохранению биоразнообразия и генофонда планеты, восстановлению биоресурсов и их рациональному использованию. Научно обоснованное природопользование также предусматривает использование растений и животных в научных, культурно-просветительских, воспитательных и эстетических целях, использование полезных свойств жизнедеятельности животных - почвообразователей, естественных санитаров среды, опылителей растений, использование животных, растений для получения продуктов их жизнедеятельности. Важную роль в охране биологических ресурсов играет наличие Красной книги, сети особо охраняемых территорий, создание правовых основ охраны окружающей среды.

3 Красная книга.

Интенсивная антрополическая трансформация природных комплексов, всё возрастающее потребление природных и, в частности, биологических ресурсов повсеместно приводят к количественной и качественной деградации окружающей среды, одно из проявлений которой - резкое сокращение численности или полное уничтожение популяций многих видов животных и растений.

Среди разных аспектов этой важной проблемы следует отметить

этический – человек как носитель разума не имеет морального права на полное уничтожение тех или иных видов существ, возникших на Земле в результате длительных эволюционных процессов; *экологический* – каждый живой организм является элементом сложноорганизованных экосистем, связанных множеством функциональных связей (в том числе пищевых) с другими элементами, в связи с чем уничтожение популяции какого-либо организма в экосистеме приводит к её существенным, в ряде случаев необратимым преобразованиям; *эстетический* – многие декоративные виды животных и растений служат источником удовлетворения культурных (эстетических) и духовных потребностей человека, причём фоновые виды придают определённый облик ландшафтам, повышая его пейзажно-эстетические свойства. Проблема сохранения биологического разнообразия, охраны биологических ресурсов многогранна и важна с позиций других аспектов.

Международный союз по охране природы (МСОП), созданный в 1948 г. по инициативе ЮНЕСКО, провёл большую работу по выяснению численности тех видов животных и растений, которым угрожает исчезновение, разработке проектов, программ и мероприятий по охране и изучению их популяций в естественных местообитаниях. Международным союзом охраны природы учреждена Красная книга. Все виды животных и растений для обеспечения дифференцированного подхода в определении охранных мер были подразделены на 5 категорий: I категория - виды находящиеся под угрозой исчезновения; II категория - виды, численность которых сокращается катастрофически быстро; III категория - редкие виды, которые могут исчезнуть при неблагоприятном изменении среды обитания; IV категория - виды, численность и состояние которых вызывает тревогу; V категория - восстановленные виды. В 90-х годах XX в. Международным союзом по охране природы при содействии Комиссии по выживанию видов (SSC) начат процесс пересмотра категорий Красной книги. В 1994 г. Совет МСОП принял новые категории и критерии, которые дают возможность оценить риск вымирания вида или более низкого таксона в глобальном масштабе. Однако, эта система не предназначена для использования на более низких уровнях, чем глобальный. Поэтому Первый Всемирный конгресс по охране природы в Монреале (Канада) в 1996 г. поставил задачу скорейшей разработки основных категорий Красной книги МСОП на региональном уровне. В дальнейшем был разработан проект

основных направлений применения критериев Красной книги МСОП на национальном и региональном уровнях. Он был представлен Совету МСОП на Всемирном конгрессе по охране природы в 2000 г. Принятые критерии и категории значительно отличаются от прежних, количество их расширено, типы категорий следующие:

Вымерший таксон - считается вымершим, если нет никаких оснований сомневаться, что в последняя особь погибла.

Вымерший в природе – таксон считается вымершим в природе, если он выжил только как объект искусственного разведения в неволе или в акклиматизированной популяции (популяциях).

Критический угрожаемый – таксон считается находящимся в критически угрожаемом состоянии, если он подвергается крайне высокому риску вымирания в природе в ближайшем будущем.

Угрожаемый – таксон считается угрожаемым, если его вымирание в природе в высшей степени возможно в недалеком будущем.

Уязвимый таксон – считается таковым, если он подвержен риску вымирания в природе в будущем.

Кроме отмеченных категорий, имеется ещё 4: близкий к угрожаемым, требующий внимания, неоценённый таксон и таксон, по которому мало данных.

Для указанных категорий разработаны критерии, основанные на большом количества данных, отражающих области встречаемости, площади заселения таксонов, количество половозрелых особей, структуру популяции, снижение её численности, влияние загрязнений, конкурентов, паразитов и др.

Виды, попавшие в Красную книгу, подлежат строгой охране, на их спасение затрачиваются большие усилия и средства. Красные книги и списки представляют собой наиболее широко используемые инструменты в сфере охраны природы всего мира для фокусирования внимания на видах, имеющих природоохранную значимость.

Мероприятия по охране редких и исчезающих видов растений и животных проводились и в нашей стране. В 1974 г. в СССР была учреждена Книга редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений СССР. В 1978 г. вышло её первое, в 1984 г. - второе издание. В неё были включены виды, встречающиеся на территории нашей республики: 29 видов животных (зубр, выхухоль, среднеевропейский лесной кот, беркут, чёрный аист и др.) и 18 видов растений (арника горная, венерин башмачок настоящий, валериана двудомная и др.).

В Беларуси на основании материалов многолетних исследований учёных в 1981 г. вышло первое издание Красной книги, которое

включало 80 видов животных и 85 видов растений. В 1993 г. во второе издание Красной книги было включено значительно больше видов животных (182) и растений (180), а также по 17 видов грибов и лишайников. Со времени второго издания Красной книги Беларуси прошло уже 10 лет. За это время изменилось состояние некоторых видов, но ещё в большей степени углубились знания и представления о них, усовершенствовались подходы и методы определения угроз их существованию и путей охраны. Поэтому в настоящее время идёт подготовка нового издания Национальной Красной книги, что требует совершенствования концепции её создания. При подготовке такого издания учитываются как национальные природоохранные приоритеты, региональная специфика, так и используются отмеченные выше универсальные подходы и критерии, международный опыт. В качестве примера отметим следующие 4 категории национальной природоохранной значимости, которые рекомендуются для нового издания:

I категория наивысшей национальной природоохранной значимости включает таксоны, имеющие очень низкую или быстро сокращающуюся численность, спасение которых невозможно без осуществления комплекса специальных мер, а также таксоны, национальная популяция которых имеет высокую международную значимость;

II категория включает таксоны, в настоящее время не находящиеся под прямой угрозой исчезновения на территории страны, но имеющие неблагоприятный международный или европейский охранный статус, низкую численность, тенденцию к неуклонному сокращению численности;

III категория включает таксоны, не находящиеся под прямой угрозой исчезновения, подверженные риску вымирания в среднеотдаленном будущем;

IV категория объединяет таксоны, не относящиеся к трём предыдущим категориям, но близкие к ним, имеющие неблагоприятные тенденции на окружающих территориях.

Третье издание Красной книги Республики Беларусь должно включать дополнительный список видов, требующих внимания (список профилактической охраны), соответствующий некоторым категориям, принятым МСОП, а также список видов, восстановивших численность в результате принятых мер охраны. Регионально исчезнувшие за последние 100 лет виды животных предполагается включить в отдельный аннотированный список.

Законом Республики Беларусь предусматриваются специальные

гарантии, определяющие особый правовой статус редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений. Последние рассматриваются как наиболее уязвимые элементы генофонда. Внесение таких видов в Красную книгу – это один из подходов на пути сохранения биологического разнообразия. За ним должна следовать целенаправленная научная и практическая работа по охране видов и мест их обитания.

ЛЕКЦИЯ 19. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

- 1 Понятие о загрязнении и классификация загрязнений.
- 2 Основные типы и источники загрязнения окружающей среды, последствия загрязнения
- 3 Отходы как важная составляющая техногенного воздействия на окружающую среду.

1 Понятие о загрязнении и классификация загрязнений.

Очень важной проблемой современности является загрязнение среды вредными веществами, поставляемыми промышленностью, теплоэнергетикой, транспортом, применяемыми в сельском хозяйстве. Загрязнение - это нежелательное изменение физических, химических или биологических характеристик воздуха, земли, воды, которое может сейчас или в будущем оказывать неблагоприятное влияние на жизнь самого человека, растений или животных, на разного рода производственные процессы, условия жизни и культурное достояние, истощать или портить сырьевые ресурсы. Во всем мире используется множество различных, химических соединений. Классификация загрязнений сложна. Широко известно выделение загрязнений по типам сред (загрязнение атмосферы, гидросферы, почвы), по загрязняющим веществам (как тяжелые металлы, диоксины, радиоактивные вещества, нитритный и нитратный азот, кислоты). С экосистемных позиций выделяют два вида загрязнений - стойкие и нестойкие. Последние, в отличие от первых, легко разрушаются биологическими процессами. Стратегия обращения с разными видами загрязнений различна и в большой степени зависит от их особенностей. Цена любого вида загрязнений включает три составляющие: 1) потери ресурсов в результате их эксплуатации с большим количеством отходов; 2) стоимость ликвидации загрязнений и контроля над ними; 3) цена здоровья людей.

2 Основные типы и источники загрязнения окружающей среды, последствия загрязнения.

Основные типы загрязнения представлены на рис. 28, источники загрязнения окружающей среды и последствия их действия приведены в таблице 3.

Загрязнение окружающей среды является причиной других важных проблем. Перенос кислотных загрязнений на большие расстояния влияет на земельные ресурсы, леса, организмы.

С загрязнением связано явление «парникового эффекта», разрушение озонового слоя, появление смога. Смог (от англ. – дым и туман) – это опасное загрязнение атмосферного воздуха, характеризующееся сочетанием пылевых частиц и капель густого тумана.

Интенсивный смог вызывает различные заболевания у людей (удушье, приступы бронхиальной астмы, аллергию и др.), отрицательно влияет на растительность, способствует разрушению сооружений, архитектурных памятников. Огромный каменный обелиск Клеопатры, перевезенный в Лондон из Александрии, за 85 лет пребывания в Лондоне подвергся более сильным разрушениям, чем за 3000 лет в Египте. Разновидностью смога является смог фотохимический. Он возникает в результате фотохимических реакций при наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов, озона, интенсивной солнечной радиации и безветрия или очень слабого обмена воздушных масс в приземном слое.

В таких условиях в солнечную погоду при значительных, например, концентрациях выхлопных газов автомобилей в атмосфере образуются высокотоксичные загрязнители (приводятся в разделе по экологии атмосферы).

3 Отходы как важная составляющая техногенного воздействия

на окружающую среду.

Важной составляющей техногенного воздействия на окружающую среду являются отходы, представляющие собой значительную массу природного продукта. Так, цветные металлы обычно получают из руды, одна тонна которой содержит от нескольких граммов до нескольких килограммов полезного вещества. В руде кроме основных металлов (как алюминий, медь, никель, кобальт, цинк, свинец) может извлекаться еще более 60 компонентов. Тем не менее комплексная переработка руд цветных металлов еще не стала непреложным законом.



**РИС. 28. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(В.А. Вронский, 1997)**

Таблица 3 - Основные загрязнители окружающей среды

Виды загрязнителей	Основные источники загрязнения	Возможное влияние на состояние атмосферы, на экосистемы, организмы
Оксид серы (IV), сернистый газ, SO₂	Сжигание топлива, металлургия	Изменение климата, образование «кислотных осадков», обострение респираторных заболеваний у человека, вред растениям, разъедание строительных материалов и некоторых тканей, усиление коррозии металлических конструкций
Взвешенные частицы, содержащие тяжелые металлы	Разработка полезных ископаемых, вспашка почвы, металлургия	Изменения климата, состояния озонового слоя, увеличение концентрации тяжелых металлов в цепях питания
Озон, O₃	Фотохимические реакции в атмосфере	Изменение климата, негативное влияние на здоровье человека
Оксиды азота, NO_x	Сжигание топлива, транспорт, азотсодержащие минеральные удобрения, авиация	Изменение климата, состояние озонового слоя, образование «кислотных осадков». Увеличение концентрации нитратов (нитритов) в пищевых цепях, усиление коррозии, создание смога и др.
Диоксид углерода (IV), углекислый газ, CO₂	Сжигание топлива, транспорт	Изменение климата, «парниковый эффект»
Ртуть, Hg	Разработка ртутьсодержащих руд, производство хлора, соды, ряда пестицидов, свалки	Накопление в организмах по пищевым цепям

Свинец, Pb	Транспорт, металлургия	Накопление в организмах по пищевым цепям
Кадмий, Cd ; цинк, Zn ; медь, Cu и др. тяжелые металлы	Химическая промышленность, металлургия	Гибель обитателей водоемов за счет накопления по пищевым цепям, др.
Оксид углерода (II), угарный газ, CO	Сжигание топлива, транспорт	Изменение климата, нарушение теплового баланса верхней атмосферы
Асбест	Строительные материалы	Влияние на здоровье человека
Нефть	Нефтехимическая промышленность	Нарушение теплообмена гидросферы с атмосферой, гибель водных организмов
Полициклические углеводороды (бензопирен)	Химическая промышленность, сжигание топлива, транспорт, курение	Изменение климата, состояния озонового слоя, негативное влияние на здоровье человека
Фосфаты	Химическая промышленность, производство фосфорных удобрений	Экологическое состояние рек, озер
Пестициды	Химическая промышленность, производство пестицидов	Накопление в организмах по пищевым цепям
Фторхлорпроизводные углеводородов (фреоны)	Холодильная промышленность, производство аэрозольных упаковок	Разрушение озонового слоя Планеты, изменение климата
Радиация	Естественные (в основном, радоновый слой) и искусственные источники (медицинское обслуживание,	Злокачественные новообразования и генетические изменения (мутации)

	испытание ядерного оружия, АЭС)	
Диоксины - сверхтоксичные соединения	<p>Сгорание топлива, сжигание мусора, работа муфельных печей, плавление металлов, работа автомобильных двигателей на этилированном бензине; фенолсодержащие стоки предприятий метал-лургической, нефтепере-рабатывающей и химической промышленности, обеззараживание хлором воды, содержащей фенолы или их предшественники – присутствующие в природных водах лигнины, гуминовые и фульвокислоты; пыль, уносимая ветром с бесхозных свалок токсичных отходов.</p>	<p>Спектр физиологического действия чрезвычайно широк: понижают эффективность функционирования иммунной системы; вызывают злокачественные образования (соединению 2, 3, 7, 8-ТХДД присвоен высший класс канцерогенной опасности – I группа), поражают эндокринные железы, угнетают деятельность щитовидной железы и повышают риск возникновения диабета; вызывают такие кожные заболевания как гиперпигментация, гипертрихоз (избыточный рост волос); приводят к врожденным дефектам, неврологическим патологиям, нарушают обмен веществ в организме, повышают риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний. Диоксины из организма практически не выводятся, а аккумулируются в жировой ткани. По-видимому, единственно безопасным уровнем содержания диоксинов в</p>

окружающей среде
является их отсутствие.

При существующей технологии более чем 6-ти миллиардное население планеты производит многие миллиарды тонн производственных отходов. Объем бытовых отходов индустриально развитых стран увеличивается в 10 раз быстрее роста населения. Основные типы отходов приведены на рис. 29.

Вместе с тем природа так организована, что в ней «нет ничего бесполезного». В этом отношении показательна жизнь растений, животных, других организмов. Она, существуя на Земле миллиарды лет, обусловлена процессами, сопровождающимися образованием значительных количеств отходов. И в то же время в целом ее развитие подчиняется законам безотходного производства.

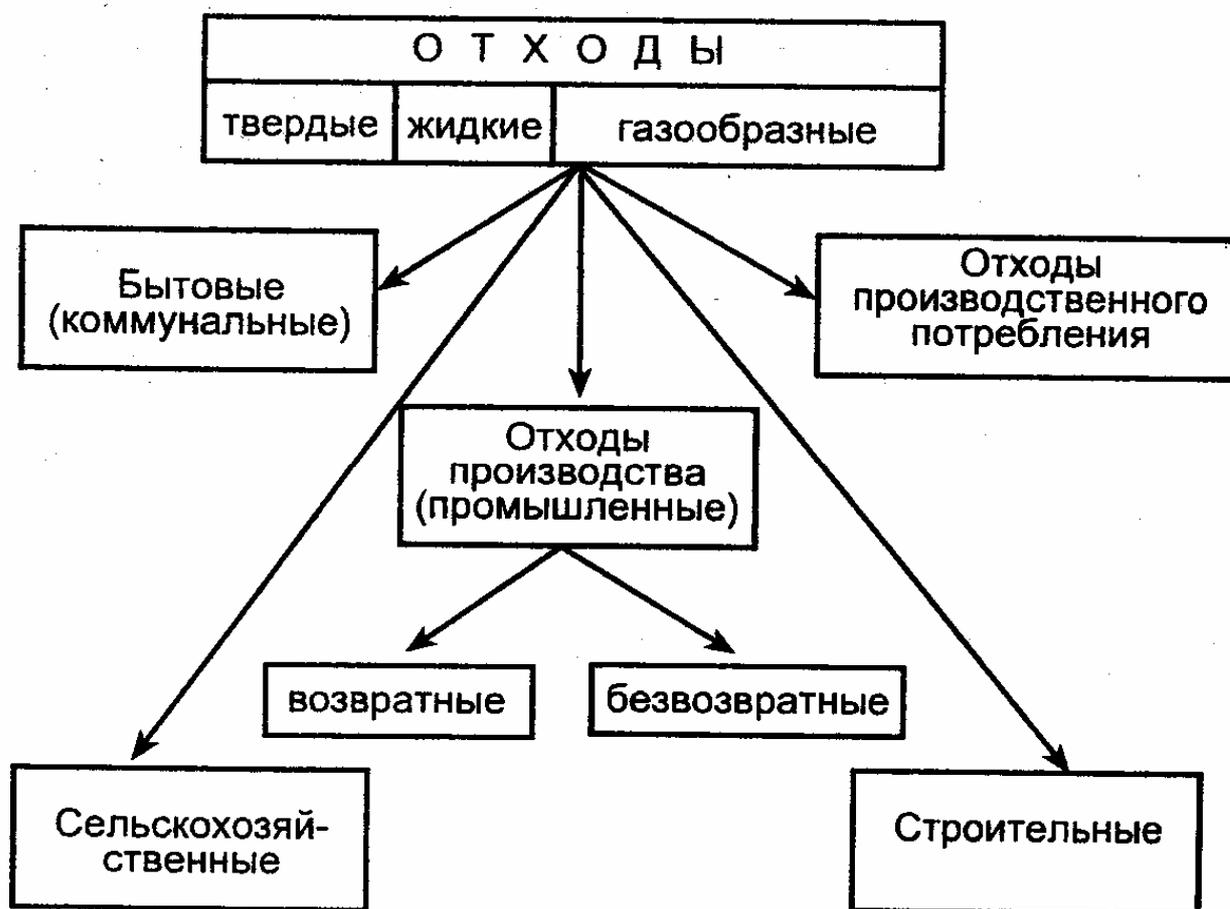


Рис. 29. Основные типы отходов (В.А. Вронский, 1997)

Все отходы перерабатываются природой и находят свое место в организации новой жизни. Происходит естественный биогеохимический круговорот веществ. Так в природе используется принцип безотходного производства.

В настоящее время очень важно направить усилия исследователей, технологов на разработку ресурсосберегающих технологий, малоотходных и безотходных технологий. Под безотходной технологией понимают такой принцип организации производства, при котором цикл «первичные сырьевые ресурсы - производство - потребление - вторичные сырьевые ресурсы» построен с рациональным использованием всех компонентов сырья, всех видов энергии и без нарушения экологического равновесия. Концепция безотходного производства основывается на том, что производство, неизбежно воздействуя на окружающую среду, не нарушает ее нормального функционирования.

В идеале коэффициент безотходности должен быть равен 100 %, для малоотходного производства он равен 75 - 90%. Экологизация производства - сложный и длительный, но необходимый процесс. Примером безотходных технологий служат замкнутые водооборотные циклы. Даже самая глубокая очистка сточных вод, связанная с большими затратами средств, материалов, не гарантирует полного восстановления качества воды. Поэтому перевод предприятий на бессточный режим обеспечивает сохранность окружающей среды.

В случае замкнутых водооборотных циклов отработанные воды после частичной очистки возвращаются в производственный цикл. Такая очистка не предполагает достижения санитарно-гигиенических норм и поэтому достигается существенно меньшими усилиями. Сброс вод в поверхностные и подземные водоемы становится минимальным и может быть сведен к нулю, что обеспечивает сохранность природных объектов. В настоящее время широко используются и газооборотные технологии. Идеальный тип промышленной экосистемы отражен на рис. 30.

В общем, техногенное воздействие, инженерно-технологическое решение той или иной задачи должно учитывать не только достижение конкретной цели (выпуск продукции, выработка энергии и т.д.), экономический эффект, что делалось ранее, но и экологический эффект.

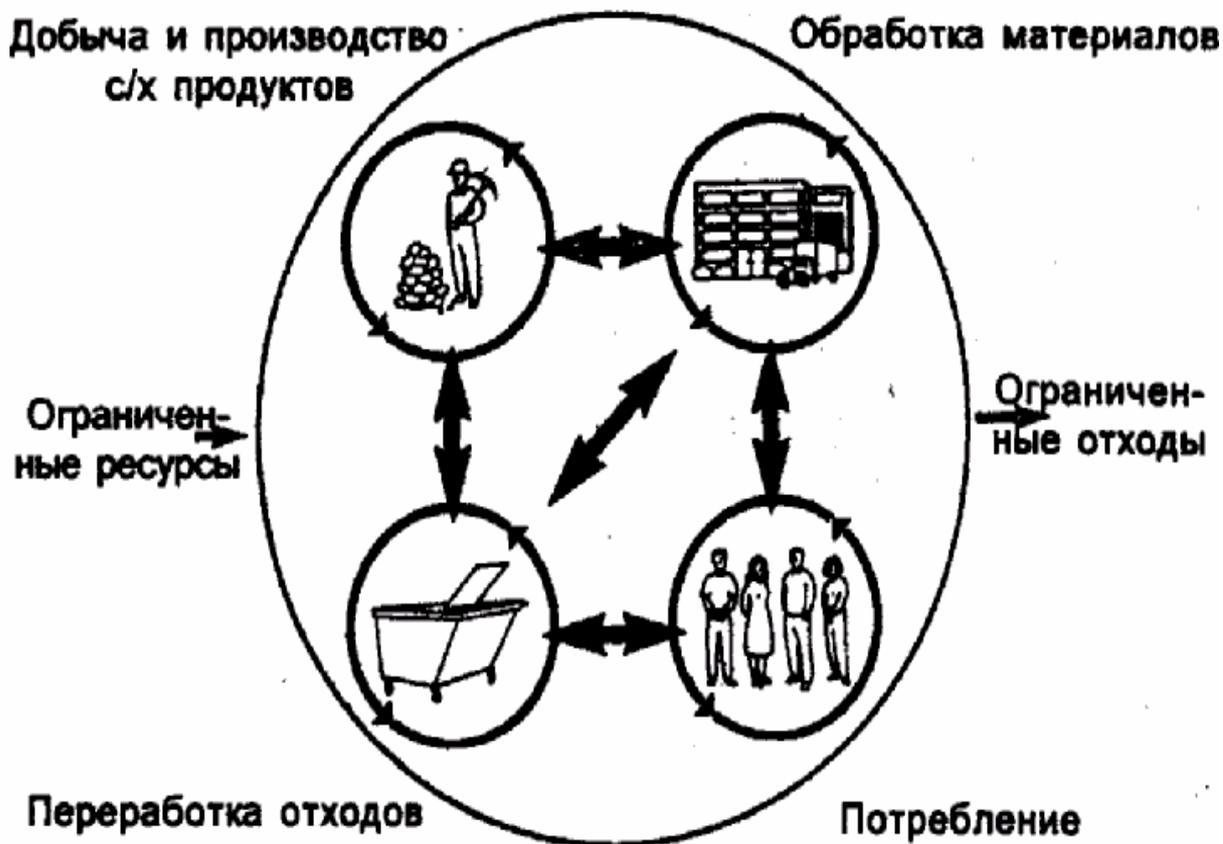


Рис. 30. Идеальный тип промышленной (индустриальной) экосистемы (Вронский В.А., 1997: по зарубежным данным)
ЛЕКЦИЯ 20. ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

- 1 Изменения климата под влиянием "парникового эффекта", его причины и последствия.
- 2 Изменения климата Беларуси, мероприятия по смягчению воздействия на климат.

1 Изменения климата под влиянием "парникового эффекта", его причины и последствия.

В последние 15-20 лет выдвинулась в число наиболее серьезных экологических проблем проблема изменения климата, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека. Рост народонаселения, землепользование, вырубка лесов, обновление технологий, экономический рост, производство и потребление энергии и топлива изменяют концентрации и распределение так называемых "парниковых газов" в атмосфере. Парниковые газы прозрачны для коротковолновой радиации, но поглощают

длинноволновую радиацию. Изменение поглощения или излучения солнечной радиации способно вызвать повышение температуры, повлиять на климат. Главной причиной возникновения «парникового эффекта» считается рост в атмосфере содержания углекислого газа (CO_2), закиси азота (N_2O), метана (CH_4), летучих неметановых органических соединений (ЛНОС), окиси углерода (CO), оксидов азота (NO_x), хлор-фтор-углеродов (ХФУ), галонов и тропосферного озона. Глобальное потепление, вызванное парниковым эффектом, уже началось - средняя температура на планете стала на $0,6^\circ \text{C}$ выше, чем 100 лет назад. Из расчетов Международной комиссии по климатическим изменениям, при сохранении существующих тенденций использования ископаемого топлива и вырубки лесов средняя температура планеты к 2100 г. поднимется на 6°C . Результирующие изменения климата могут иметь далеко идущие последствия в результате подъема уровня Мирового океана (из-за таяния льдов), перераспределения осадков и более неустойчивой погоды. Можно ожидать: увеличения числа штормов и ураганов; затопления низко лежащих земель; перемещения плодородных областей и меньшей безопасности урожаев из-за засух и эрозии почв; потери запасов пресной воды в некоторых регионах, образования пустынь; вымирания некоторых видов животных и растений, так как они не смогут приспособиться к быстро меняющейся обстановке. Повышение температуры вызовет, в зависимости от районов мира, увеличение или уменьшение количества атмосферных осадков. В Северной Европе, включающей Балтийский регион, куда входит и Беларусь, может возрасти объем поверхностного и руслового стока. Важные последствия увеличения содержания CO_2 в атмосфере могут состоять для растений в увеличении скорости фотосинтеза, темпов продуцирования. Парниковый эффект приведет к увеличению вегетационного сезона, что, вероятно, проявится в увеличении урожаев сельскохозяйственных культур и лесной продукции. Этому будет способствовать и возросшая нагрузка по атмосферному азоту. Повышенная температура ускорит темпы разложения и минерализации увеличившегося количества органического вещества, и в конечном счете возрастет количество доступных биогенных элементов и гумусного материала. Увеличение температуры, темпов минерализации органического вещества, повышенное высвобождение азота, фосфора, поток их из почв во внутренние водоемы, моря увеличит биогенную нагрузку на них, стимулирует евтрофирование. Следствием этого процесса станет вторичное загрязнение, нарушение круговорота, состояния водных экосистем. Изменение процессов

внутри водосборов, таким образом, повлияет на состояние рек, озер, прибрежных вод (Я.Э. Кильстрем, 1997).

В общем, изменение климата, повышение температуры отразится на природных экосистемах, сельском и лесном хозяйствах, водных ресурсах. Социальные последствия указанных изменений будут весьма серьезными во многих странах.

2 Изменения климата Беларуси, мероприятия по смягчению воздействия на климат.

Наблюдения за климатом Беларуси позволяют отметить два мощных потепления в 20 веке: потепление, которое было в период с 1910 по 1939 гг. и текущее потепление (с 1964 г. по настоящее время). Последнее оказалось более мощным, чем предыдущее, в отдельные месяцы холодного времени года температура за тридцатилетний период возросла на несколько градусов. Потепление в первой половине 20 века имело радиационную природу, современное потепление имеет, по всей видимости, антропогенную природу.

Подписание Рамочной Конвенции ООН по проблемам изменения климата почти 150 странами в Рио-де-Жанейро в июне 1992 г. свидетельствует о повсеместном признании того факта, что климатические изменения потенциально представляют собой существенную угрозу мировой экологии и экономическому развитию. Конвенция ставит перед сторонами-участниками **цель - «индивидуально или совместно стабилизировать антропогенные выбросы двуокиси углерода и других парниковых газов»**. Республика Беларусь подписала указанную Конвенцию ООН и тем самым приняла на себя соответствующие обязательства по предотвращению изменения климата. В соответствии с этим в республике проведена работа по исследованию источников выбросов газов с парниковым эффектом, подготовлены национальные кадастры парниковых газов за 1990, 1994, 1995 гг. На основании программ развития отраслей народного хозяйства выполнен прогноз выбросов парниковых газов на период до 2010 г.; подготовлен «Национальный доклад Республики Беларусь о политике и мерах по снижению воздействия на климат».

Для придания высокого авторитета проблеме парникового эффекта в республике разработан макет Национальной программы по смягчению антропогенного воздействия на климат, на основании которого должны разрабатываться конкретные законодательные, нормативно-методические, экономические и технические меры по стабилизации выбросов парниковых газов на уровне 1990 г.

ЛЕКЦИЯ 21. БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

- 1 Понятие о биоразнообразии.
- 2 Сохранение и устойчивое использование биоразнообразия.
- 3 Создание и функционирование особо охраняемых природных территорий.
4. Особо охраняемые территории и объекты Беларуси.

1 Понятие о биоразнообразии.

Биоразнообразие (разнообразие организмов, населяющих Землю, и их природных сочетаний) включает в себя виды растений, животных, грибов, микроорганизмов, а также те экосистемы и экологические процессы, частью которых они являются. Оно также включает генетическое разнообразие.

2 Сохранение и устойчивое использование биоразнообразия.

Сохранение и устойчивое использование биоразнообразия важно для обеспечения потребностей людей в сельскохозяйственных продуктах, медицинских препаратах, эстетических услугах и т.д. Например, в США ежегодно производится около 4,5 процентов валового национального продукта (около 90 млрд. дол.) за счет диких видов. Стоимость лекарств, производимых в мире из дикорастущих растений и естественных продуктов, составляет примерно 40 млрд. долл. в год. И сейчас даже сложно предположить, каким эколого-экономическим ущербом может обернуться потеря даже одного вида в будущем.

Мощная трансформация природных комплексов в результате различных форм хозяйственной деятельности, значительный пресс человека приводят к серьезным негативным изменениям биоты, возрастают потери разнообразия живой природы, вследствие исчезновения биологических видов, включая виды, которые имеют ценность или потенциальную ценность для людей, а также являются важными для поддержания баланса экосистем. В Беларуси, в том числе и на Гомельщине, наблюдается тенденция необратимого исчезновения видов, снижения численности охотничье-промысловых животных, изменение структуры флористических и фаунистических наземных и водных комплексов, появление значительного числа редких и находящихся под угрозой исчезновения видов. Однако известно (Л.М. Сущеня, М.М. Пикулик, 1990), что потеря даже пятой

части имеющихся, например, видов животных будет означать потерю экологического равновесия, неизбежно ведущего к деградации экосистем. Биологическое же разнообразие, сохранение генофонда живых организмов обеспечивает поддержание биотического круговорота, устойчивого функционирования экосистем. Важным экологическим принципом при правильном природопользовании является не только сохранение видового разнообразия растений и животных, но и охрана среды обитания, условий размножения и путей миграции животных, сохранение целостности естественных сообществ, обоснованное рациональное использование и воспроизводство биоты, регулирование ее численности в целях охраны здоровья населения и предотвращения хозяйственного ущерба.

Природные экосистемы в их естественном состоянии являются весьма устойчивыми объектами. В результате естественного отбора, происходящего на фоне биоценотических взаимодействий - трофических (пищевых), конкурентных, других - в любых абиотических условиях складывается комплекс видов, каждый из которых максимально приспособлен к сложившемуся состоянию среды. Этот комплекс обладает устойчивыми значениями экологических характеристик. Изучение устойчивости сообществ в наземных, почвенных и водных экосистемах, выяснение механизмов, разработка критериев устойчивости представляет в настоящее время важную проблему, решением которой занимаются многие исследователи (Ю.А. Израэль, М.Я. Антоновский, С.М. Семенов, 1988, др.) Эти исследования показывают, что механизм возникновения неустойчивости природных экосистем может быть разным, находясь в зависимости от неполного знания экологических, общебиологических закономерностей, от реализации неудачной схемы управления процессом. Типичным примером такого рода ситуации является использование пестицидов в сельском и лесном хозяйствах. Мировое производство пестицидов достигло огромной величины. Несмотря на интенсификацию их применения, потери урожая от вредителей, других опасных организмов остаются велики. Одной из причин такого явления служит то, что при проведении химической борьбы с вредителями - фитофагами в значительной степени уничтожаются полезные насекомые, в том числе хищники фитофагов. Человек же «оплачивает» то, что естественные враги фитофагов делают бесплатно. Интенсивность химической борьбы достигает порой очень высоких значений и система продуцент - консумент первого порядка (фитофаги) - консумент второго порядка

(хищники) может постепенно выходить из равновесия, в связи с гибелью консументов 2-го порядка, последующего подъема численности фитофагов и дальнейшей вынужденной интенсификации химической обработки. Экономически это приводит к огромным затратам, с позиций экологических - к катастрофическому загрязнению природной среды. Таким образом видно, что деятельность человека требует точного знания естественных закономерностей. Не считаться с этой аксиомой нельзя, если мы хотим сохранить экосистемы, качество среды обитания.

Проблема сохранения биологического разнообразия (биоразнообразия) и устойчивого (неистощительного) использования природных биологических ресурсов вынуждают людей всех стран совместно искать пути предотвращения обеднения природных экосистем, частью которых мы все тоже являемся. На конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992) представителями 179 государств была принята Конвенция по биоразнообразию. В конвенции по биоразнообразию в качестве важнейших поставлены следующие задачи:

- сохранение биоразнообразия;
- устойчивое использование его компонентов;
- справедливое и равноправное получение выгод, возникающих в результате использования генетических ресурсов.

Республика Беларусь подписала и ратифицировала указанную конвенцию. В соответствии с ней разработана Национальная стратегия и план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия. Данный документ является основополагающим руководством в осуществлении практических шагов по пути сохранения биологического разнообразия нашей страны в интересах настоящего и будущего поколений.

3 Создание и функционирование особо охраняемых природных территорий.

С проблемой сохранения биоразнообразия тесным образом связано создание и функционирование особо охраняемых природных территорий (ООПТ). ООПТ – это территории общенационального достояния, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, решениями органов государственной власти полностью или частично изъятые из хозяйственного использования с установлением режима особой

охраны. Создание ООПТ вытекает из необходимости прямого регулирования природопользованием, непосредственным государственным воздействием, связанным главным образом с правовым и нормативным регулированием.

С учетом особенностей режима различаются следующие категории ООПТ: заповедники, национальные парки, заказники, памятники природы, др. (рис. 31).

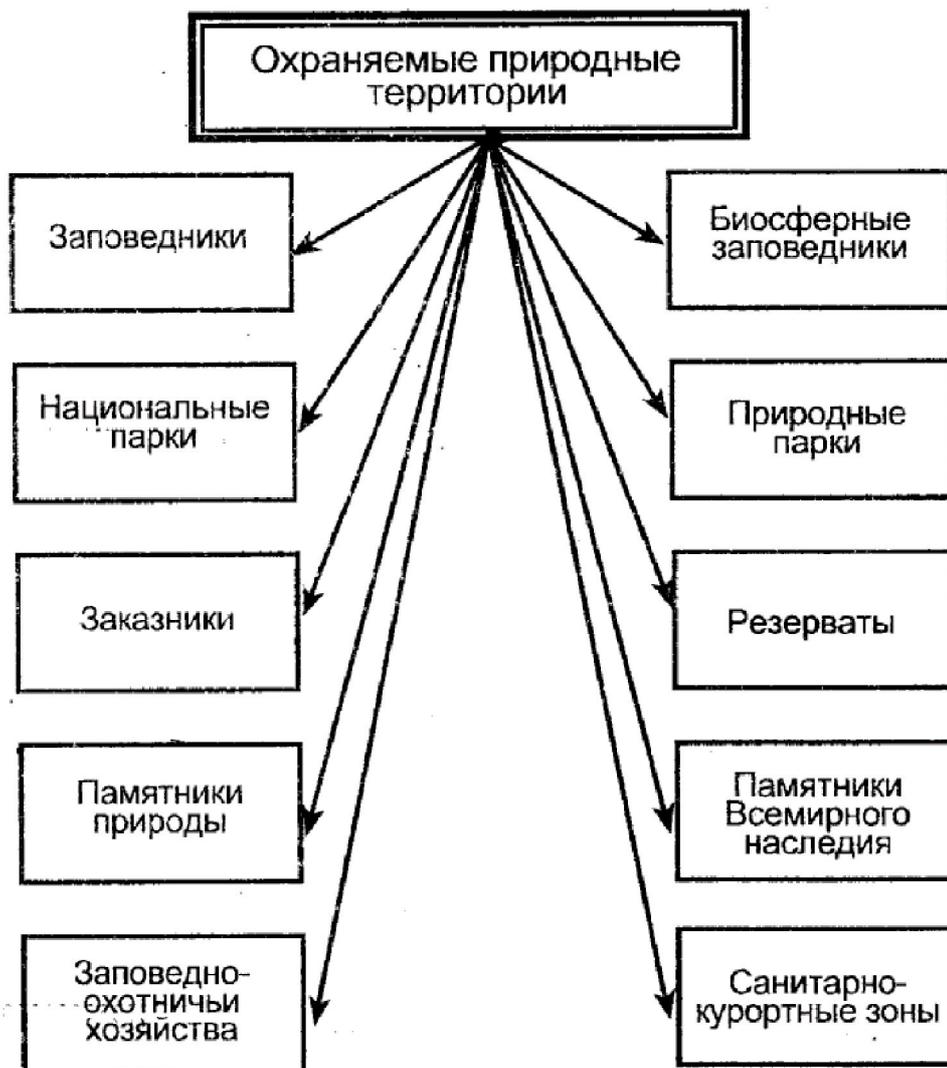


РИС. 31. ПРИОРИТЕТНЫЕ ТИПЫ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (В.А. ВРОНСКИЙ, 1997)

Заповедник - особо охраняемая территория (акватория), нацело исключенная из любой хозяйственной деятельности (в том числе посещения людьми) в целях сохранения в нетронутом виде природных комплексов (эталонов природы), охраны видов живого и слежения за природными процессами. Нередко на площади заповедника имеются особо ценные природные объекты (редкие и

исчезающие виды, выдающиеся памятники природы, например, особо старые деревья). Из заповедников мира выделяют биосферные заповедники – это охраняемые, наиболее характерные, эталонные участки биосферы в различных географических зонах Земли (их также определяют как типичные участки, нетронутые или слегка измененные хозяйственной деятельностью). Биосферные заповедники выделяются по программе ЮНЕСКО “Человек и биосфера”, с целью их сохранения, исследования и (или) мониторинга.

Национальные парки (НП) - обширная территория, включающая особо охраняемые природные ландшафты, не подвергшиеся существенному воздействию со стороны человека. Помимо главной задачи сохранения природы в относительной неприкосновенности, предназначены для рекреационных целей.

Заказник - участок территории или акватории, в пределах которого постоянно или временно запрещены отдельные формы хозяйственной деятельности для обеспечения охраны определенных видов, отдельных биоценозов, экологических компонентов, пейзажа в целом и других достопримечательностей. Различают геологические, фаунистические и другие заказники.

Памятники природы - отдельные природные объекты, имеющие научное, историческое и культурно-эстетическое значение (например, водопады, геологические обнажения, вековые деревья, палеонтологические объекты, др.).

Основная задача охраняемых территорий - сохранить для наших потомков уникальные уголки природы.

4 Особо охраняемые территории и объекты Беларуси.

В Беларуси к особо охраняемым территориям и объектам (ООПТиО) относятся: Березинский биосферный заповедник, Полесский радиационно-экологический заповедник, 4 национальных парка - Беловежская пуца, Припятский, Браславские озера, Нарочанский и 782 заказника, 661 памятник природы. Общая площадь ООПТиО составляет 1443,8 тыс. га (6,9 % общей территории Республики).

Из особо охраняемых территорий заповедники и национальные парки представляют собой крупные региональные научные, природоохранные, туристические и образовательные центры. Старейшим из них не только в Беларуси, но и в Европе, является Беловежская пуца. Как охраняемая природная территория, Пуца известна с 14 века, как государственный заповедник в Беларуси была образована 25 декабря 1939 года. Беловежская пуца дошла к нам

сквозь столетия в относительно ненарушенном состоянии, и это является заслугой многих поколений людей, живших и живущих на этой территории. Пущу по праву называют “Жемчужиной Беларуси”. Подтверждением этого являются ее высочайшие титулы: Мировое наследие (в 1992 году решением ЮНЕСКО ГНП “Беловежская пуца” включен в Список Всемирного наследия человечества), Диплом Совета Европы, биосферный заповедник. Беловежская пуца известна прежде всего тем, что именно отсюда началось возрождение европейского зубра как вида. Кроме того, здесь сохранились уникальные массивы девственных лесов, произраставших ранее по всей Европе.

Широкую известность Беловежская пуца получила также после выполнения Проекта ГЭФ (Глобальный Экологический Фонд) “Охрана биологического разнообразия лесов Беловежской пуцы” (1992 - 1995 гг.), в результате которого разработана стратегия сохранения Беловежского первобытного леса и установлены международные связи.

Национальный парк "Нарочанский" создан в соответствии с указом Президента Республики Беларусь 29 июля 1999 г. Он расположен на территории трех областей – Минской, Витебской и Гродненской и занимает площадь 94 тыс. га. Национальный парк является комплексным природоохранно-хозяйственным и научно-исследовательским учреждением, создан в целях сохранения уникальных природных комплексов, более полного и эффективного использования рекреационных возможностей природных ресурсов его территории. Основными задачами Национального парка являются: сохранение природного комплекса Нарочанской группы озер как исторически сложившегося ландшафта и генетического фонда растительности и животного мира, типичного для Нарочанского региона; организация экологического просвещения и воспитания населения; проведение научных исследований, связанных с разработкой и внедрением в практику научных методов сохранения биологического разнообразия, изучением природных объектов и комплексов; разработка и внедрение в практику научных методов охраны природы и природопользования; сохранение культурного наследия (объекта этнографии, археологии, истории, палеонтологии и др.); организация рекреационной деятельности; ведение комплексного хозяйства на основе традиционных методов и передовых достижений природопользования.

Из других ООПТиО в национальном парке “Припятский” сохранены уникальные пойменные дубравы, на территории

Березинского биосферного заповедника находятся крупнейшие в Европе нетронутые массивы верховых болот. Для национального парка “Браславские озера”, как и парка “Нарочанский”, характерны уникальные для Беларуси ландшафтно-озерные комплексы с богатым разнообразием водной и наземной флоры и фауны.

В век научно-технического прогресса, когда природные ресурсы Земли стали подвергаться огромному воздействию, и охрана окружающей среды стала одной из самых актуальных проблем современности, роль особо охраняемых территорий в плане сохранения отдельных компонентов ландшафтов, флоры, фауны и биологического разнообразия в целом велика и постоянно возрастает.

ЛЕКЦИЯ 22. УРБАНИЗАЦИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМ

- 1 Понятие об урбанизации.
- 2 Характерные особенности урбанизированной территории.
- 3 Оптимизация городской среды.

1 Понятие об урбанизации.

Урбанизация (от *лат.* - городской) – это процесс увеличения численности городских поселений. Урбанизацию природы определяют как превращение естественных ландшафтов в искусственные под влиянием городской застройки (В.А. Вронский, 1996,1997). Процесс урбанизации – мощный экологический фактор, сопровождающийся преобразованием природных экосистем. Это мощный феномен XX века: еще в 1900 г. в городах проживало менее 14% населения земного шара, а в 1987 г. – уже 43%. Доля городского населения в Европе с 1950 по 2000 гг. возрастает с 56% до 79%. Особенно этот рост фиксируется в странах Латинской Америки (в среднем 2,9% в год), причем на 1990 г. здесь имелось 38 городов с населением свыше 1 млн. человек. Крупнейшие агломерации (млн. чел.): Мехико – 19 (первое место в мире), Сан-Паулу – 18 (третье место), Буэнос-Айрес – 12 млн. чел. и т.д. Самый густонаселенный город Европы – Барселона – 700 чел./га, для сравнения – Париж – 291, Берлин – 189, Лондон - 128 чел./га. Процесс урбанизации идет во всем мире, причем к концу 20 - го века в городах проживала почти половина населения планеты. В России, например, при общей численности населения около 150 млн. чел. в городах проживало 109 млн. чел. (74%).

2 Характерные особенности урбанизированной территории.

Климат города характеризуется повышенной температурой воздуха (в центре больших городов температура обычно на 3 – 5⁰С выше, чем на окраинах), меньшими величинами относительной влажности и инсоляции (прямой солнечной радиации), массовым производством различных отходов, поступающих в окружающую среду, повышенной степенью загрязненности внешней среды. Во многих городах сложилась сложная экологическая обстановка, в частности в атмосфере в значительных количествах, часто превышающих ПДК, содержатся вредные компоненты. Неблагоприятная экологическая обстановка в городах приводит к резкому увеличению различных заболеваний городских жителей. Так, в Москве более 20% всех заболеваний связано именно с загрязнением воздушного бассейна. Неблагоприятно обстоит дело в городах с водными объектами, которые сильно загрязнены промышленными и бытовыми отходами. В странах, характеризующихся высокой степенью урбанизации, ухудшение качества природных вод нередко достигает таких размеров, что угрожает кризисом всей системы водообеспечения населения и промышленности.

3 Оптимизация городской среды.

Одним из самых эффективных и доступных средств оптимизации городской среды является озеленение. Известно, что зеленые растения могут быть не только чуткими индикаторами загрязнения атмосферного воздуха, но и поглощать в значительных количествах вредные компоненты. При увеличении площади зеленых насаждений важно учитывать такие свойства растений, как пыле-, дымо- и газоустойчивость. Наиболее устойчивыми к различным атмосферным загрязнителям являются: белая акация, тополь канадский, ольха клейкая, лещина, боярышник, калина, платан восточный, можжевельник виргинский. В числе факторов, определяющих физическое состояние городской среды, являются также примыкающие к населенным местам лесные насаждения. Эти насаждения выделяют, как правило, в так называемые зеленые зоны, предназначенные для организации отдыха населения, улучшения климата и санитарно-гигиенических условий местности. Выделение зеленых зон – важнейший момент при разработке средоохраняющих мероприятий в рамках города. Наибольший эффект мероприятия дают в том случае, если они обоснованы на анализе всего комплекса связей данного биогеоценоза с остальными компонентами системы.

Начальным этапом проектирования зеленой зоны, например, г. Гомеля явилось изучение фактического состояния образующих его биогеоценозов. Затем разрабатывались необходимые планировочные и мелиоративные мероприятия, направленные на оптимизацию биогеоценозов с точки зрения выполнения ими соответствующих функций. Планировочные мероприятия заключались главным образом в правильном размещении рекреационных учреждений и устройств, жилой застройки, дорожной сети и промышленности, выделении особо охраняемых участков.

Как видно из приведенных данных, основные функции зеленой зоны – рекреационная и средообразующая. Относительное значение каждой из них зависит от размеров и характера населенного места, с одной стороны, и природных условий местности, с другой. В условиях небольшого, не имеющего загрязняющей среду промышленности города преобладающее значение будут иметь рекреационные функции зеленой зоны. В то же время здесь окажется несущественным характер размещения лесных биогеоценозов относительно застроенной части города, так как в небольших по размерам населенных местах они легко доступны всем жителям. Напротив, в условиях более крупных промышленных центров, окружающая среда которых сильно загрязняется, особое внимание необходимо уделять оздоровительной функции зеленой зоны. Нужно учитывать при этом, что наиболее эффективно оздоравливают атмосферный воздух города зеленых насаждений, расположенных со стороны преобладающих ветров теплого периода года.

Одним из определяющих конфигурацию зеленого пояса условий являются расположенные вблизи города лесные массивы и водоемы, сочетание которых наиболее благоприятно как в рекреационном, так и в средообразующем отношении. Для небольших по размерам населенных мест зеленая зона может иметь практически любую форму. Например, она может быть вытянута вдоль местной зоны отдыха. Чем крупнее город, тем более симметричную геометрическую форму должна иметь его зеленая зона, так как образующие костяк ее структуры лесные массивы или пригодные для отдыха водоемы должны более равномерно располагаться вокруг городской застройки.

Существенную роль в активной защите городской среды играет использование высокоэффективных газо- и пылеулавливающих устройств, применение безотходных и малоотходных технологий, переход на экологически чистые виды топлива. Из других градостроительных средств оздоровления городской среды можно

отметить функциональное зонирование городской территории, оптимальную организацию сети городского транспорта и инженерно-технических сетей, создание промышленных узлов, обеспечивающих последовательную утилизацию промышленных отходов. Важным мероприятием в плане оптимизации окружающей среды крупнейших промышленных центров является составление карт шумового режима и загрязненности атмосферного воздуха. Составление карт может осуществляться или самостоятельно, или в рамках комплексной схемы охраны окружающей среды города.

Примером "Комплексной схемы охраны окружающей среды" города может быть таковая г. Гомеля. В ней выделены первоочередные мероприятия, в том числе создание защитных (почво- и водоохраных) и рекреационных лесных насаждений, берегоукрепительные мероприятия, формирование санитарно-защитных зон промышленных предприятий, создание необходимых производственных площадей для выращивания саженцев и кустарников.

Наилучшие условия труда, быта и отдыха людей в городах требуют, в общем, выполнения ряда положений:

- оптимальное размещение на территории городов производственных зон, жилых районов, общественных комплексов и мест массового отдыха;
- застройка и озеленение в соответствии с местными климатическими и другими природными и санитарно-гигиеническими положениями;
- создание внутри жилой застройки развитой и непрерывной сети садов, бульваров, защитных зеленых полос и водоемов, обслуживающих все структурные единицы города;
- гигиенические обоснования оптимальной плотности заселения и застройки;
- поиск для жилища будущего оптимальных типов домов и квартир, их параметров, структуры жилого фонда и особенностей его взаимосвязи со сферой обслуживания;
- кардинальное решение вопроса удаления твердых отходов за счет применения новых методов.

Создание хороших условий проживания населения в городах – сложная, комплексная проблема, решение которой возможно при активном участии специалистов различных отраслей: экологов, врачей и инженеров, проектировщиков и математиков, строителей и физиков, юристов и экономистов. Города будущего должны иметь

удобную планировку, современную архитектуру, высокий уровень благоустройства и наилучшие санитарно-гигиенические условия.

ЛЕКЦИЯ 23. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЛАРУСИ

- 1 Общие экологические проблемы Беларуси.
- 2 Региональные проблемы. Экологические проблемы мелиорации земель в Полесье.
3. Радиоактивное загрязнение окружающей среды. Радиационная безопасность.

1 Общие экологические проблемы Беларуси.

В Беларуси имеется ряд важных проблем, вызванных промышленными выбросами, загрязняющими воздух и водную среду; вырубкой лесов, ведущей к понижению уровня грунтовых вод, разрушению природных ландшафтов; чрезмерным использованием органических и минеральных удобрений в сельском хозяйстве и как следствие – загрязнение почв и воды; ограниченностью и истощаемостью природных ресурсов; отсутствием утилизации природного мусора; увеличением объема горных пород, которые разрушительно действуют на верхнюю часть земной коры, на подземные водоносные горизонты и др. В то же время, наряду с указанными, есть проблемы в отдельных районах (окрестности Новополоцка, Солигорска, Могилева), регионах (Поозерье). Наиболее актуальные экологические проблемы связаны с последствиями проведения осушительной мелиорации в Полесье, радиоактивным загрязнением территории в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

2 Региональные проблемы. Экологические проблемы мелиорации земель в Полесье.

Полесье известно с древнейших времен как уникальный природный комплекс Европы (море Геродота). Полесская низменность служит регулятором гидрологических, гидрогеологических, биологических, геохимических и других природных процессов на огромном пространстве в центре Европы и прилегающих территориях. Экологическое состояние системы оказывает существенное влияние на социально-экономическое развитие не только Беларуси, но и соседние государства: Польшу, Украину, Россию, а опосредованно на всю Европу. Основным

связующим звеном всей территории Полесья является река Припять с ее многочисленными притоками: отличительной чертой Припяти является хорошо развитая пойма, где сосуществуют богатые по обилию и разнообразию растительные и животные сообщества.

Белорусское Полесье – регион, в котором в течение продолжительного исторического периода выполнялись водно-земельные мелиорации. Их необходимость определялась своеобразием географических условий, среди которых первенствующее значение имело прогрессирующее заболачивание территории, сдерживающее поступательное развитие сельского хозяйства. Изменение природы Белорусского Полесья под влиянием осушительной мелиорации можно рассматривать в историческом аспекте (Л.В. Колтун, 2000), так как поступательное общественно-экономическое развитие Беларуси сопровождалось усилением использования его природных ресурсов, в основном лесных и земельных. Полесский регион начал активно осваиваться в течении последних столетий. По всей видимости, до 18 столетия осушение Полесских болот и интенсивное использование лесных ресурсов не предпринималось. В 18 столетии, особенно во второй его половине, осушением болот занимались магнаты и шляхта Беларуси, входившей в состав Речи Посполитой, которые стали осушать переувлажненные земли с целью интенсификации сельского хозяйства. В 19 столетии до 1873 года осушение болот проводилось крупными землевладельцами после воссоединения Беларуси с Россией. В середине столетия в Минской палате государственных имуществ был разработан проект осушения Брожской дачи (водосбор Березины). Одновременно широко практиковалось рытье лесосплавных каналов для транспортировки леса в осваиваемое Россией Причерноморье и для Черноморского флота, а также на экспорт. Кроме того, вырубкой лесов занимались английские и другие зарубежные компании. В этот этап произошли первые крупные изменения природной среды Полесья: появились "чернеющие пространства болот", рубка леса на больших площадях, частые пожары и образовались первые пустынеподобные участки. В последней четверти 19 столетия осушение Полесских болот продолжалось Западной экспедицией И.И. Жилинского и Е.В. Оппокова. Кроме обеспечения транспортировки леса по каналам из труднодоступных заболоченных участков, осушение преследовало цель - более интенсивное использование болот в сельском хозяйстве. Масштабы мелиоративных работ в Полесье за этот этап были крупнейшими в мировой практике осушения болот. Западная экспедиция, выполнив большой объем

изыскательских работ, положила начало комплексному изучению Полесского региона. В 50 – 60-е годы 20 века мелиорация болот осуществлялась в соответствии со схемой осушения и освоения болот Полесской низменности. Этот этап получил название как "период решительного спрямления рек", "глубокого осушения", "оглушительной мелиорации" и т.п. Осушение болот было ориентировано на их преимущественное использование под пахотные угодья. В 70-х годах 20 века были выполнены наиболее полные научно-исследовательские работы по оценке влияния осушительных мелиораций на природу Полесья. Их результаты послужили основой для корректировки мелиоративного и гидротехнического строительства, в частности по противопаводковой защите населенных пунктов и угодий в пойме Припяти. В следующие десятилетия они явились серьезным вкладом в познание природно-мелиоративных особенностей этого региона. Окончание 20 столетия ознаменовалось возросшим интересом к проблеме изменения природы Белорусского Полесья под влиянием осушительной мелиорации. В общем, Полесский регион оказался полигоном, на котором более двух веков проводились интенсивные мероприятия по его освоению, опробовались различные способы и нормы осушения, орошения и использования переувлажненных угодий.

К настоящему времени общая площадь осушенных земель в Белорусском Полесье составляет около 2 млн. га (Л.М. Ярошевич, 2000). При освоении крупных мелиорируемых массивов проводилось строительство новых совхозов и предприятий по производству кормов, а также крупных животноводческих комплексов. Подобных примеров столь широко- масштабных мелиоративных преобразований, какие выполнены в Полесье, в мировой практике мелиоративного строительства нет. Правильно осуществляемая мелиорация обеспечивает высокую продуктивность земель и позволяет компенсировать изымаемые под промышленное и дорожное строительство площади сельскохозяйственных угодий. Без мелиорации земель Полесья невозможно эффективно вести сельское хозяйство, так же как невозможно улучшение жизни населения. Это привело к формированию в результате взаимодействия природных факторов и осушительной мелиорации переувлажненных земель новых природно-антропогенных образований – ландшафтно-мелиоративных комплексов.

Вместе с тем необходимо учитывать, что гидромелиоративное преобразование природных комплексов, перевод больших площадей заболоченных территорий в сельскохозяйственные угодья,

строительство полейдерных систем в пойме Припяти приводит не только к улучшению земель, но и к коренному преобразованию водного, теплового, агрохимического режимов территорий, глубокому изменению пространственной структуры и внешнего облика ландшафтов, к уменьшению видов биологического разнообразия, к снижению численности многих видов растений и животных, к замене исходных доминирующих групп новыми.

Весьма ощутимое воздействие на окружающую среду оказало осушение земель на начальном этапе мелиоративного строительства в Полесье, так как оно проводилось без учета экологических условий и требований охраны природных комплексов. К середине шестидесятых годов в результате реализации недостаточно научно обоснованных положений и рекомендаций по технологии проведения мелиорации и освоению осушенных болот выявился ряд негативных явлений и процессов, как на мелиорированных территориях, так и в сопредельных ландшафтах, следствием чего стал недобор сельскохозяйственной продукции и обострение экологической ситуации в регионе. Крупным экологическим недостатком явилось спрямление сотен малых рек, которые были превращены в обвалованные каналы, а их поймы практически полностью распахивались.

Весьма актуальной и нерешенной общеевропейской проблемой является сохранение органогенного слоя мелиорированных торфяных почв, мощность которого под воздействием процессов усадки, минерализации и дефляции ежегодно уменьшается на 1 – 2 см. Сработка торфяного слоя вызывает ряд негативных процессов и явлений на прилегающих к мелиорированным болотам землях и приводит к нарушению экологического равновесия в природной среде: падению уровня грунтовых вод, пересыханию малых рек, выпадению ценных растительных ассоциаций, ухудшению микроклимата, увеличению евтрофизации вод в реках и озерах, снижению плодородия песчаных почв, ранее использовавшихся под пашню, и появлению вторично развеваемых песков. При интенсивном развитии процессов минерализации водорастворимые продукты разложения торфа попадают в водоприемники и загрязняют воду, которую потребляет население далеко за пределами мелиоративных объектов. По рекам Припять и Днепр в Черное море с осушенных болот ежегодно поступает около 1,5 млн тонн минеральных и до 700 тыс. тонн агрессивных водорастворимых органических веществ. Полное разрушение торфяного слоя на больших осушенных территориях Полесья представляет собой угрозу крупных

климатических изменений в Европе и перестройки в худшую сторону всего комплекса биоразнообразия. На современном этапе использования земельных ресурсов Белорусского Полесья к водно-земельным мелиорациям предъявляются следующие требования:

- обеспечить высокую хозяйственную продуктивность пахотных и луговых угодий на мелиорируемых и сопредельных территориях;
- предотвратить дефляцию и водную эрозию сельскохозяйственных земель;
- сохранить оптимальные лесорастительные условия на сопредельных с мелиорируемыми массивами залесенных территориях;
- сохранить мелкие реки и естественный водный режим озер;
- сохранить ягодники и биотопы редких исчезающих представителей животного и растительного мира;
- обеспечить рекреационное использование осваиваемых территорий;
- сохранить в неприкосновенности археологические памятники и памятники истории.

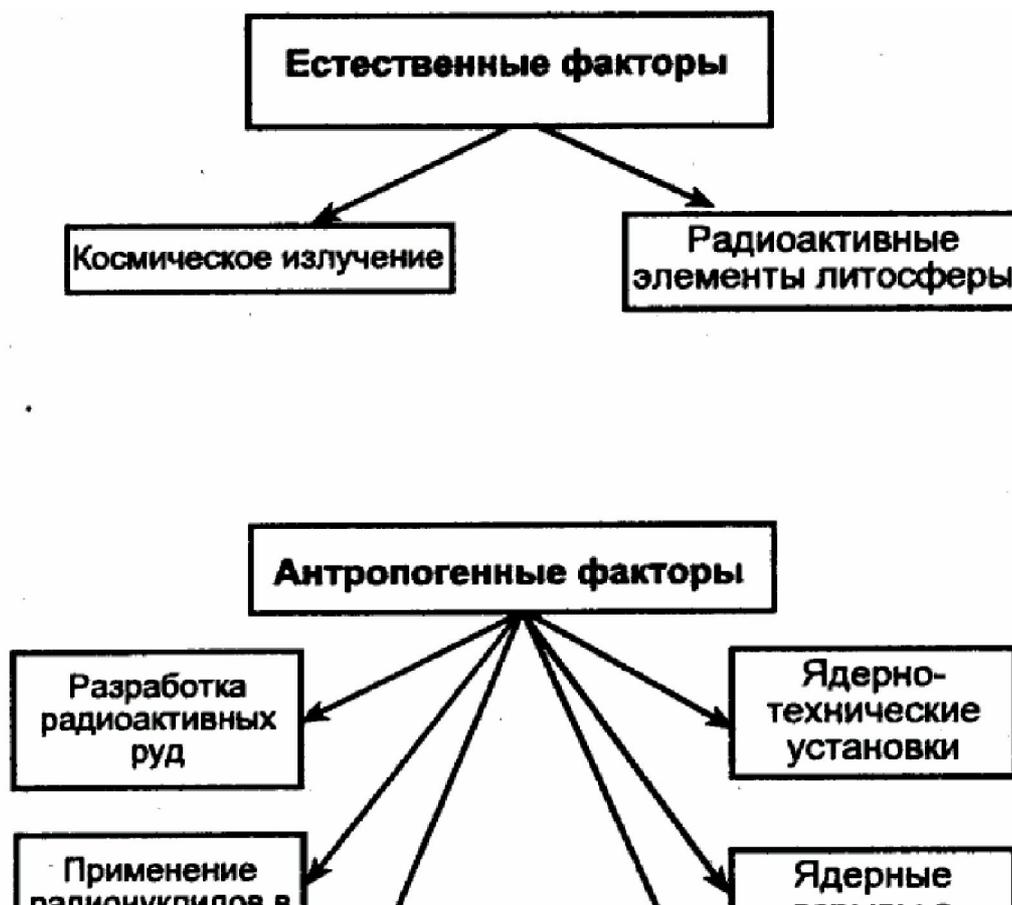
Последнее требование, не относящееся непосредственно к использованию земель мелиоративного фонда, имеет большое патриотическое значение, так как Полесью принадлежит особая роль в этногенезе восточнославянских народов. В научной литературе по этногенезу славян обсуждаются три вопроса: о прародине славян, времени их появления, т.е. о выделении из древнейшей индоевропейской группы племен, и о древнейшей этнической основе славян. Полесье, вероятнее всего, являлось частью области, в которой формировалась славянская этническая общность. Возможно, через Полесье проходило древнейшее переселение славян с запада на восток. В виду отмеченного, далеко не безразлично то, какие изменения природной среды находящегося в центре славянского мира региона могут быть вызваны водно-земельными мелиорациями.

В общем, крупномасштабные осушительные мелиорации вызвали определенную трансформацию природной среды Полесского региона. Поэтому важным представляется разработка концепции устойчивого развития региона. В соответствии с ней необходимо осуществлять рациональное природопользование и охрану окружающей среды Полесского региона, сохранять историческое, культурное и природное наследие Полесья.

3 Радиоактивное загрязнение окружающей среды. Радиационная безопасность.

Ионизирующим называют излучение, взаимодействие которого со средой приводит к образованию ионов различных знаков. Биосфера формировалась вместе с ним и развивается под постоянным действием ионизирующей радиации. Естественный фон ее определялся, прежде всего, за счет рассеянных в горных породах, почвах, воде и воздухе радиоактивных химических элементов (уран, торий, радий и радон), а также космическим излучением. На протяжении миллионов лет радиоактивный фон не менялся, а дозы, получаемые биологическими объектами, не вызывали серьезных последствий. Однако, в последние несколько десятков лет поток естественных радионуклидов в биосфере стал намного интенсивнее. Кроме естественных, в окружающей среде появились антропогенные источники ионизирующих излучений – радиоактивные отходы атомных станций и радиоактивные выпадения от испытаний ядерного оружия, штатных и аварийных выбросов атомных электростанций. Таким образом, факторы радиоактивного загрязнения окружающей среды являются разнообразными по своей природе (рис. 32.). Поступление радионуклидов в растения, организмы животных и людей при определенных условиях может нанести существенный вред.

В связи с Чернобыльской катастрофой, радиоактивное загрязнение среды стало представлять большую опасность в Беларуси. Основной величиной, определяющей степень радиационного воздействия, является поглощенная доза ионизирующего излучения. Ионизирующее излучение обладает биологическим действием.



**РИС. 32. ФАКТОРЫ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
БИОСФЕРЫ
(В.А. Вронский, 1997)**

Установлено (Переволоцкий А. В., Гаврилов А. В., Булавик И. М., Толкачев В. И., 1997; Храмченкова О.М., Валетов В.В., Шевчук В.Е., 1999; др.), что любой живой объект при определенной дозе облучения погибает. Однако дозы облучений, приводящие к гибели разных объектов, различаются в очень широких пределах. Так, дозы фонового излучения, вызывающие 50% гибели организмов в облученной популяции, составляют: для обезьян 2,5-6 Гр., крыс 7-9, кроликов 9-10, птиц, рыб 8-20, насекомых 10-100, растений 10-1500, простейших 1000-3000 Гр. Каждому биологическому виду свойственна своя мера чувствительности к действию ионизирующей радиации, которая характеризует его радиочувствительность. Степень радиочувствительности сильно варьирует в пределах одного вида (индивидуальная радиочувствительность), а для определенного индивидуума зависит также от возраста и пола, даже в одном организме различные клетки и ткани сильно различаются по радиочувствительности. Энергия ионизирующего излучения при прохождении через биологическую ткань передается атомам и молекулам, что приводит к образованию ионов и возбужденных молекул. Это первый физический этап формирования биологического ответа клетки на лучевое воздействие. Следующий этап называется химическим. Образующиеся радикалы, окислители обладают высокой химической активностью, вступают в химические реакции с молекулами белка, ферментов и других структурных элементов биологической ткани, что приводит к изменению биологических процессов в организме. В результате нарушаются обменные

процессы, подавляется активность ферментных систем, замедляется и прекращается рост тканей, возникают новые химические соединения, не свойственные организму, - токсины. Это приводит к нарушению жизнедеятельности отдельных систем или организма в целом. Индуцированные свободными радикалами химические реакции вовлекают в этот процесс многие сотни и тысячи молекул, не затронутых излучением. В этом состоит специфика действия ионизирующего излучения на биологические объекты. Никакой другой вид энергии (тепловой, электрической и иной), поглощенной биологическим объектом в том же количестве, не приводит к таким изменениям, какие вызывает ионизирующее излучение. В связи с этим, является весьма важным положение о радиационной безопасности, которая представляет собой комплекс научно обоснованных мероприятий по обеспечению защиты от воздействия ионизирующего излучения.

ЛЕКЦИЯ 24. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ.

- 1 Понятие об экологической безопасности, причины экологической опасности.
- 2 Экологические кризисы и их последствия.
- 3 Мероприятия, направленные на сохранение и улучшение среды обитания, обеспечение экологической безопасности.
- 4 Экологическое нормирование, система нормативно-технического обеспечения.

1 Понятие об экологической безопасности, причины экологической опасности.

Вопросы защиты жизни от опасностей стали в последнее время узловыми. Экологическая опасность – это вероятность разрушения среды обитания человека, растений и животных в результате неконтролируемого развития экономики, отставания технологий, возникновения естественных и антропогенных аварий и катастроф, вследствие чего нарушается приспособление живых систем к условиям существования. Причинами экологической опасности являются экологические катастрофы, технологический и экологический кризисы. Со вступлением человечества в эпоху научно-технического прогресса, стремительного роста техносферы частота и масштабы ущерба от технологических катастроф стали

сопоставимы с аналогичными показателями стихийных бедствий либо с потенциалом военных арсеналов. Эти катастрофы могут вызвать далеко идущие негативные последствия. Потенциально наиболее опасными считаются атомные объекты, химическая промышленность, нефтепереработка, трубопроводы, транспорт. Но и в повседневной жизни имеют место тысячи "тихий" технологических катастроф, порождаемых выбросами в атмосферу и водоемы, захоронением в землю различных вредных отходов. Подобно накоплению радиоактивности, токсическое воздействие на человека и живые организмы происходит постепенно и до определенного уровня незаметно. Кумулятивный же эффект, однако с каждым годом растет и в итоге грозит негативными последствиями.

О губительном воздействии на здоровье человека техногенных загрязнений неоднократно предупреждали видные ученые. Так, в 70-х годах было высказано предположение, что если в среде обитания возникает резко увеличенный тон мутагенных факторов, таких, как радиация, влияние химических соединений, то генетическая информация человека может быть нарушена. Тем самым встанет реальная опасность разрушения генетических основ человека. Это в конечном счете грозит человечеству деградацией и вырождением. Подтверждением служит тот факт, что за последние несколько десятков лет в развитых странах резко увеличилось количество детей с патологическими отклонениями. Химическое, физическое, биологическое загрязнение воздуха, почвы, воды является причиной спектра проблем со здоровьем. Загрязнение сред тетраэтилсвинцом, ртутью, кадмием, диоксинами, окисью углерода, диоксидом серы, оксидом азота, углеводородами (как бензапирен) приводят к острым и хроническим заболеваниям легких, сердца, злокачественным образованиям, неврологическим повреждениям.

Для ликвидации угрозы технологических катастроф требуется в первую очередь скорейшая организация международной системы технологической безопасности. Но в первую очередь необходимы качественные сдвиги в самом производстве, которые сделали бы его экологически безопасным для природы и человека. Технологический кризис порождает экологический.

2 Экологические кризисы и их последствия.

Экологический кризис - это "ситуация, возникшая в природных экосистемах в результате нарушения равновесия под воздействием стихийных естественных явлений или в результате антропогенных факторов - зарегулирования рек, вырубки лесов, загрязнения

атмосферы, гидросферы, почв и др." История человеческого общества изобилует различного рода экологическими кризисами. Такие кризисы возникали там и тогда, где и когда человек начинал интенсивно изменять природу. Даже десятки тысячелетий назад человек не был рачительным хозяином богатства, которое было в его руках. Уже на стадии собирательства и охоты человек бездумно истреблял крупных млекопитающих (прежде всего копытных) и оказался перед лицом экологической катастрофы. Утилитарный подход к окружающей среде без учета потенциальных нужд человечества в будущем привел человека на грань экологического кризиса, грозящего общемировой экологической катастрофой. Экологические кризисы порождают целый комплекс негативных последствий. Среди них можно выделить следующие: 1) экологические, 2) социальные, 3) экономические, 4) политические. Экологические кризисы по характеру протекания можно разделить на две группы. В первую входят кризисы, носящие взрывной, внезапный характер. Типичными случаями такого рода являются промышленные катастрофы. Это и взрыв на химическом комбинате в Бхопале (Индия), унесший тысячи жизней, и аварии на химических производствах в Уфе. Примером района экологической катастрофы является также обширный регион аварии на Чернобыльской АЭС (В.А. Вронский, 1996). Кризисы первой группы можно предсказать с той или иной долей вероятности, но точное время их возникновения неизвестно. Во вторую группу входят «ползучие», медленные по характеру течения кризисы. Такого рода экологические кризисы могут протекать в течении десятилетий, прежде чем количественные изменения перейдут в качественные. Характерными примерами «ползучих» кризисов являются аграрные кризисы. Колоссальный экологический кризис был в США в 30-е гг. Здесь неправильная технология обработки почвы привела к огромному по масштабам развитию эрозионных процессов. В результате в течение 2-3 лет пыльные бури уничтожили плодородный слой на десятках миллионов гектаров сельскохозяйственных угодий. В настоящее время примерами «ползучего» экологического кризиса являются аридизация, опустынивание огромных территорий и обезлесение. Нерациональное ведение сельского хозяйства, вырубка лесов ведут к экологической деградации огромных территорий. Ярким примером экологического кризиса (или даже катастрофы), возникшего под влиянием деятельности человека, служит деградация экосистемы Аральского моря. Интенсивное и нерациональное развитие орошаемого земледелия в бассейне рек Амударьи и Сырдарьи

привело к тому, что с 1960 г. начал катастрофически понижаться уровень Арала. Объем вод Аральского моря сократился на 60%, возросла в 2-3 раза соленость вод и т.д. Все это привело к тому, что в бассейне Арала увеличилась континентальность климата, возросло число дней с пыльными бурями, увеличился вынос солей с осушенного дна водоема. Из-за опустынивания приречных лесов - тугаев под угрозой исчезновения находятся 54 вида высших растений. Количество видов обитающих млекопитающих в Приаралье уменьшилась с 70 до 30, почти в 2 раза сократилось видовое разнообразие птиц. Ухудшение состояния окружающей среды отрицательно сказалось на эффективности сельского хозяйства региона: при сильном засолении почв урожайность хлопчатника снижается на 50-60%, поэтому недобор сельскохозяйственной продукции в районе Арала составил в среднем 30-40%. Почти в 2 раза понизилась продуктивность пастбищных и сенокосных угодий, уменьшились запасы лекарственных трав. Ухудшение качества среды, прежде всего в результате чрезмерного применения удобрений и пестицидов, привело к росту заболеваемости населения и смертности. Таким образом, экосистема Аральского моря, находившаяся до 60-х годов нынешнего столетия в динамическом равновесии, под воздействием антропогенных факторов пришла в дестабилизированное состояние, т.е. началась полная деградация природной среды.

Проблема экологического кризиса порождена острейшими противоречиями, которые на фоне неудержимого, но сугубо технократического прогресса, несбалансированного с объективными параметрами и восстановительными возможностями биосферы (нашего единственного и общего дома), постоянно продуцируются ненормальными, противоестественными взаимоотношениями общества и природы. Угроза для биосферы исходит от всей совокупности человеческой деятельности, осуществляемой за пределами естественных компенсаторных и восстановительных возможностей составляющих ее экосистем различного уровня и их компонентов. В результате система «биосфера - человечество» все более приходит в разбалансированное состояние, угрожающее и самой системе и ее составляющим, способствуя уничтожению современной земной биосферы, разрушению здоровья, духовности человека. Решение проблемы – в восстановлении баланса, что представляет собой чрезвычайно сложную, беспрецедентную в глобальном отношении задачу, пока еще практически не осознанную человечеством. Чем раньше человечество осознает ее, тем вероятнее

будет его выживание на Земле. Состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы и государства от реальных и потенциальных угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду получило название экологической безопасности. Система экологической безопасности – это совокупность законодательных, технических, медицинских и биологических мероприятий, направленных на поддержание равновесия между биосферой и антропогенными, а также естественными внешними нагрузками.

3 Мероприятия, направленные на сохранение и улучшение среды обитания, обеспечение экологической безопасности.

В рамках рассматриваемой проблемы в разных странах создаются общественные организации и объединения, деятельность которых направлена на осуществление мероприятий, способствующих экологической безопасности, охране среды и здоровья людей; на распространение достоверной информации о состоянии природной среды и здоровья населения; на проведение общественной экологической экспертизы и оценку экологического риска; защиту прав и интересов граждан, на проведение общественного контроля за соблюдением законодательства в области природопользования. От правительств требуется принятие решений для оптимального природопользования.

Основным и наиболее комплексным универсальным инструментом в осуществлении мероприятий по экологической безопасности призвано быть государство. Оно должно быть средством и механизмом реализации заботы об обществе, которое его создает, о жизнеобеспечении, безопасности, выживании и развитии. Оно обслуживает общество, выполняя организующую роль, вырабатывая и реализуя технологию выживания и развития, безопасного существования.

Экологическая безопасность входит в структуру национальной безопасности государства, общества и отдельной личности человека.

В общем, проблема экологической безопасности приобрела всеобщее значение. При ее разрешении необходимо знать и практически использовать фундаментальные законы формирования устойчивости и методы рациональной эксплуатации природных экологических систем. Поэтому с 60-70-х годов усилилась прикладная направленность экологии, связанная с изучением экосистем и биосферы в целом, круговорота веществ; цепей питания; глобального загрязнения окружающей среды; системного анализа и управления

как средой обитания, так и деятельностью человека.

Важное значение приобрели прогнозирование изменений экологической ситуации в будущем и на этой основе разработка мероприятий, направленных на сохранение и улучшение среды обитания людей, на предотвращение нежелательных изменений биосферы.

4 Экологическое нормирование, система нормативно-технического обеспечения.

Охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов, обеспечение экологической безопасности - неотъемлемое условие устойчивого экономического и социального развития государств. В целях эффективной охраны окружающей среды в разных странах и в Республике Беларусь осуществляется экологическое нормирование. Оно нацелено на научно обоснованное использование природных ресурсов. Основным критерием при определении допустимой экологической нагрузки является отсутствие снижения продуктивности, стабильность и разнообразие экосистем.

Система нормативно-технического обеспечения включает нормы ПДК и ПДВ (ПДС). ПДК (предельно-допустимая концентрация) - это количество вредного вещества в окружающей среде при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени, практически не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства. Установлены ПДК для многих вредных газов, паров, аэрозолей, пыли, в целом, опасных веществ, попадающих в атмосферу, в водоемы. Значение ПДК устанавливается органами здравоохранения. В основе его установления лежат известные экологические законы. Загрязняющие вещества - это обычные экологические факторы, и экологические законы распространяются на их действие. Применительно к таким веществам верхний предел не должен превышать ни при каких условиях. Поэтому пороговые значения экологического фактора, при которых в организме еще не может произойти никаких необратимых патологических изменений, принимаются в качестве ПДК.

Основным средством для соблюдения ПДК является установление ПДВ (предельно-допустимые выбросы) и ПДС (предельно-

допустимые сбросы). Они являются научно-техническим нормативом, установленным для каждого источника загрязнения, исходя из условия, что выбросы (сбросы) загрязняющих веществ не создадут концентраций, превышающих установленные нормативы.

ЛЕКЦИЯ 25. КАЧЕСТВО СРЕДЫ. БИОИНДИКАЦИЯ

1 Понятие о качестве среды.

2 Биоиндикация, ее сущность, практическое использование.

1 Понятие о качестве среды.

В связи со сложнейшей экологической ситуацией одной из важнейших проблем природопользования на современном этапе является улучшение качества окружающей среды. Ориентация только на достижение количественных результатов в использовании естественных ресурсов во многих случаях уже привела к необратимой деградации природной среды. Наглядным примером служат увеличение площади мелиорируемых земель для роста сельскохозяйственного производства. Качество природной среды в данном случае было принесено в жертву количественным результатам. За ухудшением качества среды последовало неизбежное снижение количественных показателей урожайности и валового сбора сельскохозяйственных культур.

Под экологически чистой средой понимают такое ее состояние, при котором содержание вредных веществ не превышает ПДК. Основными критериями качества среды должны быть состояние и функционирование живых организмов, присущих той или иной экосистеме. Пределы концентрации вредных веществ должны быть такими, чтобы при этом соблюдались следующие условия (цит. по: Киселев, 2000):

1) не нарушались газовые, концентрационные и окислительно-восстановительные функции живого вещества: именно эти функции регулируют процессы геохимического самоочищения экосистем;

2) биохимический состав первичной и вторичной продукции не

изменился настолько, чтобы вызвать нарушение жизненных функций в каком-либо из звеньев пищевой цепи не только данные экосистемы, но и за ее пределами;

3) не понижалась биологическая продуктивность;

4) сохранялся необходимый для существования экосистемы генофонд.

При нарушении перечисленных условий происходит техногенная трансформация экосистемы, а при критических условиях техногенного воздействия – ее разрушение (экологическая катастрофа).

Важнейшим критерием качества среды с антропоцентристских позиций служит состояние здоровья человека.

2 Биоиндикация, ее сущность, практическое использование.

Определенные факторы среды создают возможность существования того или иного вида. Поэтому по организмам можно судить об условиях их обитания. Виды, которые позволяют выявлять специфические особенности среды, называются индикаторами. Определение качества среды с помощью биоиндикаторов, установление биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ называется биоиндикацией. Биоиндикация представляет собой метод определения степени загрязнения природной среды с помощью живых организмов (или природных сообществ). Индикация экологических условий проводится на основе оценки изменения как видового разнообразия организмов той или иной местности, так и их химического состава, который отражает присущую им способность накапливать элементы и соединения, поступающие из окружающей среды. Например, оценка состояния окружающей среды по изменению количества видов связана с тем, что наиболее чувствительные к тем или иным загрязняющим веществам виды растений и животных исчезают из биоценоза (майский жук, лишайники в промышленных центрах) либо, наоборот, увеличивают свою численность (синезеленые водоросли при поступлении в водоемы загрязняющих веществ с сельскохозяйственных угодий).

Функции индикатора выполняет тот вид, который имеет узкую амплитуду экологической толерантности по отношению к какому-либо фактору. Большею частью индикаторами являются растения - организмы, не способные к активному перемещению. Если в лесу на стволах деревьев обильны лишайники, значит в воздухе почти нет вредных примесей, особенно сернистого газа. При наличии

сернистого газа лишайники исчезают. Некоторые растения довольно широко используются в качестве индикаторов (таблица 4). Когда сосна или можжевельник, к примеру, растут над залежами урановой руды, в их хвое содержится значительно больше урана, чем обычно. Виды астрагалов являются индикаторами селена, а некоторые крестоцветные – серы. В роле индикатора может выступить весь фитоценоз, так как особенности климата, почв, химизм среды, влажность влияют на видовой состав растительности.

Иными словами, по флористическому составу можно установить качество почв и их физико-химические свойства, характер местных климатических условий, наличие в среде тех или иных химических элементов, влияние биотических факторов и различных форм деятельности человека на природу. Изучение комплекса сапробных организмов позволяет определять степень загрязнения воды. Только в чистой воде встречаются некоторые мхи, личинки ручейников. А вот серные бактерии, личинки хирономид обитают лишь в сильно загрязненных водоемах. В слабозагрязненных водах живут многие насекомые, зеленые одноклеточные водоросли, ракообразные. Видовое разнообразие и высокая численность или, наоборот, отсутствие стрекоз на берегу водоема говорят о его фаунистическом составе: много стрекоз – фауна богата, мало – водная фауна обеднена.

Таблица 4 - Основные растения – индикаторы загрязнения атмосферного воздуха

Компоненты загрязнения	Важнейшие древесные породы	Сельскохозяйственные и декоративные растения
Диоксид серы	Ель (европейская, сербская) Пихта европейская Сосна обыкновенная Ясень американский	Пшеница, ячмень, люцерна, клевер, хлопчатник, фиалки
Фтористый водород	Ель европейская Пихта европейская Орех грецкий	Виноград, абрикос, гладиолус, ландыш, нарцисс, тюльпан, рододендрон
Аммиак	Граб обыкновенный Липа сердцевидная	Сельдерей, махорка

Озон	Сосна Веймутова	Табак, картофель, соя, томаты, цитрусовые
Тяжелые металлы	Тсуга канадская Вяз гладкий	Овсяница, орхидеи, бромелиевые

Биологическая индикация дает возможность судить не только о состоянии среды в данный отрезок времени, но и следить за ее изменениями, предвидеть и прогнозировать направление этих изменений и своевременно предотвращать вредные последствия тех или иных действий человека. Биоиндикация является составной частью экологического мониторинга (данные по экологическому мониторингу приводятся в специальном разделе).

Представляет необходимость отметить, что помимо биоиндикаторов существуют ландшафтные индикаторы (рельеф, поверхностные воды, снег и лед, торф, почва и др.), позволяющие определять степень загрязнения внешней среды различными антропогенными токсикантами. Основное требование, предъявляемое к природным индикаторам, - способность отражать (фиксировать) воздействие и сохранять его. Ландшафтная индикация позволяет определять степень воздействия промышленных объектов на окружающую среду и давать рекомендации по их расположению с учетом типа природных зон.

Лекция 26. Экономическое развитие и экологический фактор.

- 1 Социально-экономическое развитие общества, смена техногенного типа на устойчивый тип развития.
- 2 Понятие об устойчивом развитии, его направления.
- 3 Параметры устойчивого развития.

1 Социально-экономическое развитие общества, смена техногенного типа на устойчивый тип развития.

Социально-экономическое развитие общества в XX веке, в начале XXI века в основном ориентированное на быстрые темпы экономического роста, породило беспрецедентное причинение вреда окружающей природной среде. Человечество столкнулось с противоречиями между растущими потребностями мирового сообщества и невозможностью биосферы обеспечить эти

потребности.

Богатства природы, ее способность поддерживать развитие общества и возможности самовосстановления оказались не безграничными. Возросшая мощь экономики стала разрушительной силой для биосферы и человека. При этом цивилизации, используя огромное количество технологий, разрушающих экосистемы, не предложили, по сути, ничего, что могло бы заменить регулирующие механизмы биосферы. Возникла реальная угроза жизненно важным интересам будущих поколений человечества.

Сейчас традиционная модель экономического роста развитых стран во многом исчерпала себя, и она не может быть предложена для других стран в качестве образца. Это положение красной нитью проходит в документах ООН, многих выступлениях на международных конференциях. В них, в частности, отмечается, что западная модель развития более не подходит ни для кого. Об этом говорит хотя бы тот факт, что потребление природных ресурсов и объемы загрязнения на душу населения в развитых странах превосходят подобный показатель в развивающихся странах в 20-30 раз. Для достижения всеми странами мира уровня развития и потребления передовых стран понадобилось бы увеличить использование природных ресурсов и количество загрязнений еще в десятки раз, что невозможно в силу ограниченности ресурсов и естественных экологических ограничений.

О том, что сложившийся тип развития и его экономическая концепция дестабилизирующи по отношению к окружающей среде, подчеркивается руководителями страны с самой мощной экономикой мира. А. Гор, вице-президент США, в своей книге «Земля на чаше весов. Экология и человеческий дух» (1993) подчеркнул, что необходимо изменение «тех черт нашей экономической философии, которые, как мы знаем, ущербны, поскольку они узаконивают и даже поощряют разрушение окружающей среды».

Обратимся к некоторым данным, характеризующим экономическое развитие. Как отмечают в литературе (С.Н. Бобылев, А.Ш. Ходжаев, 1997), экономическое развитие определяется тремя факторами экономического роста: трудовыми ресурсами, искусственно созданными средствами производства (капитал), природными ресурсами. Экономическая наука уделяла недостаточно внимания экологическим проблемам. Это явилось одной из причин формирования техногенного типа экономического развития. Этот тип относится к природоемкому (природоразрушающему) типу развития, базирующемся на использовании искусственных средств

производства, созданных без учета экологических ограничений. Для предотвращения глобального и локального экологических кризисов необходима смена техногенного типа развития на устойчивый тип развития.

2 Понятие об устойчивом развитии, его направления.

В литературе имеется более 60 определений устойчивого развития. Наиболее распространенным является следующее определение: «Устойчивое развитие – это такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности». Концепция устойчивого развития получила широкое признание как в экологической науке, так в международной практике.

Можно выделить следующие четыре направления устойчивого развития на длительную перспективу, основанных на классификации природных ресурсов и динамике их воспроизводства.

Во-первых, для возобновимых природных ресурсов (земля, лес и пр.) их количество или возможность продуцировать биомассу должны не уменьшаться в течение времени, т.е. обеспечение по крайней мере режима простого воспроизводства. Так, для земельных ресурсов это означает сохранение площади наиболее ценных сельскохозяйственных угодий или – в случае уменьшения их площади – сохранение (увеличение) уровня производства продукции земледелия, кормового потенциала земель для сельскохозяйственных животных и т.д.

Во-вторых, для невозобновимых природных ресурсов (например, полезных ископаемых) максимально возможное замедление темпов истощения их запасов с перспективой замены их в будущем на другие нелимитированные виды ресурсов (частичная замена нефти, газа, угля на альтернативные источники энергии – солнечную, ветровую и пр.).

В-третьих, для отходов должна быть предусмотрена возможность минимизации их количества на основе внедрения малоотходных, ресурсосберегающих технологий.

В-четвертых, в связи с загрязнением окружающей среды должна быть предусмотрена возможность минимизации загрязнения до социально и экономически приемлемого уровня («нулевого» загрязнения ожидать нереально).

Среди экономических показателей эффективными критериями устойчивого развития является уменьшение природоемкости экономики.

Как показывает история человечества, радикальные экономические изменения, проекты и мероприятия, осуществляемые в соответствии с природными закономерностями, на длительном временном интервале оказываются экономически эффективными. И, наоборот, экономические проекты, приносящие быстрые и значительные выгоды, но осуществляемые без учета долгосрочных экологических последствий, экстерналий*, в перспективе зачастую оказываются убыточными. Тем самым для длительного интервала времени очень часто верен простой принцип «что экологично, то экономично».

Устранение сложившихся противоречий возможно только в рамках стабильного социально-экономического развития, не разрушающего своей природной основы. Улучшение качества жизни людей должно обеспечиваться в тех пределах хозяйственной емкости биосферы, превышение которых приводит к разрушению естественного биотического механизма регуляций окружающей среды и ее глобальным изменениям. Лишь выполнение этих условий гарантирует сохранение нормальной окружающей среды и возможность существования будущих поколений людей. Следует отметить важность изменения потребительского поведения людей. Переход к устойчивому развитию предполагает ограничение потребностей в товарах и услугах. В отличие от такого подхода техногенное развитие предполагает максимизацию потребления, дальнейший расцвет общества потребления. Девизы «Больше потребляйте, каждому члену семьи по автомашине и пр.» явно вступают в противоречие с возможностями биосферы.

Переход к устойчивому развитию осуществить нельзя, сохраняя нынешние стереотипы мышления, пренебрегающие возможностями биосферы и порождающие безответственное отношение граждан и юридических лиц к окружающей среде и обеспечению экологической безопасности. Для изменения поведения важную роль играют экологическое воспитание и образование.

3 Параметры устойчивого развития.

Переход к устойчивому развитию предполагает постепенное восстановление естественных экосистем до уровня, гарантирующего стабильность окружающей среды. Этого можно достичь усилиями всего человечества, но начинать движение к данной цели каждая страна должна самостоятельно.

При переходе к устойчивому развитию разработка и принятие решений должны учитывать последствия реализации этих решений в экономической, социальной, экологической сферах и с соблюдением

определенных критериев, как например, критериев, указанных в Концепции устойчивого развития Российской Федерации: никакая хозяйственная деятельность не может быть оправдана, если выгода от нее не превышает вызываемого ущерба; ущерб окружающей среде должен быть на столь низком уровне, какой только может быть разумно достигнут с учетом экономических и социальных факторов.

Безопасное развитие в экономическом, социальном, экологическом, оборонном и других аспектах могут отражать такие показатели, как уровень экономического развития и экологического благополучия, качество жизни. Основными показателями качества жизни являются: продолжительность жизни человека (ожидаемое при рождении и фактическое), состояние его здоровья, отклонение состояния окружающей среды от нормативов, уровень знаний или образовательных навыков, доход (измеряемый валовым внутренним продуктом на душу населения), уровень занятости, степень реализации прав человека.

Показателями, определяющими степень природоемкости хозяйства, служит система показателей, характеризующих уровень потребления природных ресурсов и уровень нарушенности экосистем в результате хозяйственной деятельности (на единицу). Информативными являются аналогичные показатели на душу населения а также макрохарактеристики, выражающие соотношение между потребностями в природных ресурсах и их наличием (запасами). В качестве целевых и лимитирующих показателей устойчивого развития в экономической сфере могут устанавливаться уровни удельного (на душу населения и единицу валового внутреннего продукта) потребления энергии и других ресурсов, а также производство отходов. Контролю подлежит производство и использование всех опасных веществ, применяемых в экономике.

В состав параметров устойчивого развития необходимо включать характеристики состояния окружающей среды, экосистем и охраняемых территорий. В этой группе контролируемых параметров – показатели качества атмосферы вод, территорий, находящихся в естественном и измененном состоянии, лесов с учетом их продуктивности и степени сохранности, количества

биологических видов, находящихся под угрозой исчезновения.

Переход к устойчивому развитию - процесс весьма длительный, так как требует решения беспрецедентных по масштабу социальных, экономических и экологических задач. По мере продвижения к устойчивому развитию само представление о нем будет меняться и уточняться, потребности людей – рационализироваться в соответствии с экологическими ограничениями, а средства удовлетворения этих потребностей – совершенствоваться. Поэтому реализация принципов устойчивого развития должна рассматриваться поэтапно, основываясь на необходимости гармонизации взаимодействия с природой всего мирового сообщества.

Таким образом, единственная возможность решения глобальных проблем сегодняшнего дня – это устойчивое развитие. Важным направлением в разработке концепции развития должно стать рассмотрение целостного эколого-экономического подхода к экономическому росту, смене техногенного типа развития на устойчивый тип. Необходимо изменение существующей экономической парадигмы, создание новой концепции сбалансированного и устойчивого развития для предотвращения глобального и локальных экологических кризисов.

ЛЕКЦИЯ 27. МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

- 1 Международные документы по охране окружающей среды.
- 2 Понятие о мониторинге, его ступени.
- 3 Глобальный и национальный мониторинг.

1 Международные документы по охране окружающей среды.

Решение современных сложных проблем требует использования экономических, политических инструментов. Большую роль играет также международная деятельность. Имеются важные международные документы по охране окружающей среды - Женевская конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния 1983 г., Хельсинский протокол о сокращении выбросов серы и их трансграничных потоков 1987 г., Венская конвенция 1988 г. и Монреальский протокол 1988 г. по веществам, разрушающим озоновый слой; Конвенция о биологическом разнообразии 1992 г. В последнее десятилетие проводятся регулярные встречи представителей европейских государств. Первая встреча под

названием "Окружающая среда для Европы" состоялась в 1991 году в Чехии. В ее ходе обсуждали меры по улучшению экологической ситуации в Западной и Восточной Европе. В 1993 году на последующей встрече в Швейцарии были заложены основы Программы экологических действий (ПЭД) для Центральной и Восточной Европы. Основная ее задача состоит в достижении максимально возможных улучшений в области охраны окружающей среды. На дальнейших встречах (1995 г., 1998 г.) обсуждались такие вопросы, как реализация ПЭД, бизнес, промышленность и окружающая среда, биологическое разнообразие. С 1994 г. в рамках Европейского содружества работает Европейское агентство по окружающей среде (ЕАОС). Оно выпустило энциклопедический справочник о состоянии окружающей среды в Европе. Знаменательная конференция по окружающей среде и развитию под эгидой ООН, состоявшаяся в Рио-де-Жанейро в 1992 г., приняла «Повестку дня на XXI век», которая является стратегией мирового сообщества на будущее и направлена на гармоничное достижение основных целей - высокого качества окружающей среды и развития экологически безопасной экономики во всех государствах мира. В этом документе отмечается, что следование человечества прежним путем неприемлемо, так как значительная часть природных ресурсов планеты исчерпана, а экологическая ситуация становится все более неблагоприятной.

Необходим переход к устойчивому развитию. Устойчивое развитие предполагает положительную динамику во взаимодействии его важнейших индикаторов в триаде «человек - хозяйство - природа», которая должна устойчиво функционировать, и в то же время удовлетворять потребности современного и будущих поколений без нанесения ущерба окружающей среде.

Консолидирующую роль в деле спасения нашей планеты, спасения человека как биологического вида должен сыграть важный документ – Хартия Земли или Декларация прав Земли. Работа по данному документу должна быть завершена в 2002 г.

Республика Беларусь обязана выполнять международные соглашения по охране окружающей среды. Ее развитие не может противоречить тенденции мировой цивилизации. В республике разработана национальная стратегия устойчивого развития, которая предусматривает комплекс научно обоснованных направлений в государственной и правовой политике, экономике и образовании по решению экологических проблем.

2 Понятие о мониторинге, его ступени.

Мониторинг (от лат. "предупреждающий", "предостерегающий") – комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменения состояния окружающей среды под влиянием антропогенных факторов. Этот термин появился перед проведением Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (июнь, 1972) в дополнение к понятию «контроль». Большой вклад в разработку теории мониторинга внесли И.П. Герасимов, Ю.А. Израэль, В.Д. Федоров и другие российские ученые.

И.П. Герасимов (1975) предложил различать три ступени мониторинга. На первой ступени главное внимание уделяется наблюдению за состоянием окружающей среды с точки зрения ее влияния на здоровье населения. Эта ступень мониторинга опирается на систему наблюдательных постов и работу санитарно-гигиенических служб. На второй ступени основным объектом наблюдений и контроля выступают природно-территориальные комплексы. Основная задача третьей ступени – наблюдения за глобальными параметрами окружающей среды с целью оценки последствий этих изменений для здоровья и деятельности людей.

Выделяют несколько типов мониторинга: глобальный (биосферный), экологический, геофизический, биологический, климатический и др. Наиболее универсальным подходом является организация глобальной системы мониторинга с одновременным решением всех возникающих при этом задач.

Экологический мониторинг включает наблюдение за состоянием окружающей среды и факторами воздействия на нее, оценку состояния и факторов воздействия, прогнозирование изменения окружающей среды и оценку ее будущего состояния. Его объектами также выступают живые организмы и их сообщества. Он является важнейшим методом исследования окружающей среды и приобретает особое значение для оценки состояния биосферы в глобальном масштабе, при этом часто включает в себя мониторинг биологический, геофизический и др. Экологический мониторинг является, по-видимому, более универсальным, охватывающим вопросы и биологического, и геофизического мониторинга в их тесной связи. Это особенно важно, когда наблюдение осуществляется на уровне экологических систем. При организации экологического мониторинга используются специальные спутники и спутниковые системы, ведущие наблюдения за различными компонентами биосферы.

К геофизическому мониторингу относится определение данных о

загрязнении, мутности атмосферы, выборочных метеорологических и гидрологических характеристик среды. В эту подсистему можно включить мониторинг различных элементов неживой составляющей биосферы, в том числе конструкций, зданий, созданных человеком.

Основной задачей биологического мониторинга является определение состояния биотической составляющей биосферы и ее реакции на антропогенное воздействие. Биологический мониторинг включает мониторинг живых организмов – популяций (по числу, биомассе, плотности и другим признакам), подверженных воздействию. В этой подсистеме мониторинга целесообразно выделить следующие наблюдения:

за состоянием здоровья человека, воздействием на него среды (медико–биологический мониторинг);

за наиболее чувствительными к данному виду воздействия (или комплексу воздействий) популяциями (например, растительности к воздействию двуокиси серы) или за «критическими» популяциями по отношению к данному воздействию (например, зоопланктона в Байкале к сбросам целлюлозных предприятий).

Особое место в биологическом мониторинге занимает генетический мониторинг (наблюдение за возможными наследственными изменениями у различных популяций).

Очень значимым с точки зрения практических действий при организации мониторинга в любых масштабах, с любыми целями является мониторинг загрязняющих веществ и других факторов воздействия в различных средах. Мониторинг в различных средах (различных сред) включает:

- мониторинг приземного слоя атмосферы и верхней атмосферы;
- мониторинг гидросферы;
- мониторинг литосферы (в первую очередь почвы).

Не менее важной с практической точки зрения представляется классификация систем мониторинга по факторам и источникам воздействия. Мониторинг факторов воздействия – мониторинг различных загрязнителей (ингредиентный мониторинг) и других факторов воздействия, к которым можно отнести электромагнитное излучение, тепло, шумы. Здесь в первую очередь мониторингу должны быть подвергнуты наиболее вредные факторы: токсичные вещества, наиболее стойкие и подвижные, имеющие токсичные дочерние продукты, образующиеся при распаде и превращениях, и опасные при воздействии в сочетании с другими веществами. Среди источников воздействия, и в первую очередь загрязнений, следует выделить точечные стационарные (заводские трубы), точечные подвижные (транспорт), и пространственные (города, поля с

внесенными химическими веществами) источники.

И на современном этапе весьма интересным видом мониторинга является мониторинг различных изменений в биосфере, определяемых дистанционными методами (особенно с помощью искусственных спутников Земли).

3 Глобальный и национальный мониторинг.

Система мониторинга может охватывать как локальные районы, так и земной шар в целом (глобальный мониторинг). Национальным мониторингом называют систему мониторинга в рамках одного государства. Такая система отличается от глобального мониторинга не только масштабом, но и тем, что основными задачами национального мониторинга являются получение информации и оценка состояния окружающей среды в национальных интересах.

В заключение следует отметить, что система мониторинга антропогенных изменений является составной частью системы управления, взаимодействия человека с окружающей средой, поскольку информация о существующем состоянии природной среды и тенденциях ее изменения должна быть положена в основу разработки мер по охране природы и учитываться при развитии экономики. Результаты оценки существующего и прогнозируемого состояния окружающей среды, в свою очередь, дают возможность уточнить требования к системе наблюдений.

ЛЕКЦИЯ 28. ОСНОВЫ ПРАВОВОГО МЕХАНИЗМА, СИСТЕМА И ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА.

1 Понятие и значение правовой охраны природы.

2 Природоохранное законодательство в Республике Беларусь, организация государственного управления природопользованием.

3 Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь.

1 Понятие и значение правовой охраны природы.

В Декларации Стокгольмской конференции ООН по окружающей человека среде (1972) записано, что «человек имеет основное право на

свободу, равенство и благоприятные условия жизни в окружающей среде, качество которой позволяет вести достойную и процветающую жизнь, и несёт главную ответственность за охрану и умножение окружающей среды на благо нынешнего и будущих поколений». На это ориентируют и решения Всемирной конференции в Рио-де-Жанейро о необходимости обеспечения устойчивого экономического и экологического развития (1992).

В механизме стимулирования экологической деятельности государства и гражданина праву человека на благоприятную среду принадлежит ведущее место. Оно стоит на «входе» всей природоохранной деятельности кого бы то ни было как цель этой деятельности и на «выходе» – как измеритель её эффективности. Право на благоприятную среду можно отнести к личным правам граждан, подобно неприкосновенности личности, неприкосновенности жилища, охране личной жизни, поскольку природная среда составляет важнейший фактор состояния личности, а земля – пространственное место расположения жилища. Политические права и свободы связаны с экологическими и служат средством их обеспечения, защиты, гарантирования.

Признав право граждан на благоприятную среду, полезно видеть негативные явления,

препятствующие его осуществлению. Они могут быть разделены на объективные и субъективные. К первым относятся неизбежные последствия научно-технического прогресса с его интенсификацией производства, химизацией сельского хозяйства, ростом городов, транспорта, связи, воздействием на Мировой океан и озоновый слой; ко вторым – недостатки управления охраной природы, неразвитость экологического, правового, политического сознания многих граждан, недостаточность их экологической информированности. Право граждан на благоприятную среду сопровождается выработкой гарантий, обеспечивающих соблюдение и стимулирование реализации этого права как гражданами, так и государством. В области обеспечения благоприятной среды наиболее весомыми, эффективными, крупномасштабными гарантиями предоставляются возможности природопользования граждан, участие в экологических мероприятиях и обсуждении экологических вопросов, обращения в государственные органы.

В связи с очевидной необходимостью, во многих странах проводится целая серия мероприятий, направленных на усиление охраны окружающей среды и улучшение экологической обстановки, создаются правовые основы правильного природопользования. Правовая охрана природы - это совокупность государственных мероприятий, закрепленных в праве и осуществляемых в целях сохранения и улучшения благоприятных природных условий для

жизни человека, предупреждения вредного влияния общества на окружающую природную среду.

2 Природоохранное законодательство в Республике Беларусь, организация государственного управления природопользованием.

В Республике Беларусь имеется система природоохранного законодательства, являющегося составной частью права. Экологическая функция права состоит в правовом регулировании общественных отношений в сфере взаимодействия общества и природы с целью обеспечения качества окружающей среды. Правовая охрана окружающей среды; основывается прежде всего на Конституции государства. В соответствии с положениями Конституции Республики Беларусь 1994 г. с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканском референдуме 24 ноября 1996 г., каждый гражданин имеет право на благоприятную окружающую среду и на возмещение вреда, причиненного нарушением этого права. Недра, воды, леса составляют исключительную собственность государства. Земли сельскохозяйственного назначения находятся в собственности государства. Ряд важных природоохранных положений имеется в следующих статьях Конституции:

Статья 44

...Осуществление права собственности не должно противоречить общественной пользе и безопасности, наносить вреда окружающей среде, историко-культурным ценностям...

Статья 45

Гражданам Республики Беларусь гарантируется... Право граждан Республики Беларусь на охрану здоровья обеспечивается... мерами по оздоровлению окружающей среды.

Статья 46

Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду и на возмещение вреда, причиненного нарушением этого права.

Государство осуществляет контроль за рациональным использованием природных ресурсов и улучшения условий жизни, а также охраны и восстановления окружающей среды.

Статья 55

Охрана природной среды – долг каждого.

Представительным и законодательным органам Республики Беларусь является Парламент – Национальное собрание. Парламент состоит из двух палат – Палаты представителей и Совета Республики. Согласно указанным ниже статьям:

Статья 97

Палата представителей: ... 2) рассматривает проекты законов, в том числе... об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов...

Статья 100

... Законопроект становится законом после принятия Палатой представителей и одобрения Советом Республики большинством голосов от полного состава каждой палаты. Закон, принятый Палатой представителей и одобренный Советом Республики,... представляется в десятидневный срок Президенту на подпись.

Исполнительскую власть в Республике Беларусь осуществляет правительство – Совет Министров Республики Беларусь – центральный орган государственного управления. В соответствии с нижеуказанной статьей:

Статья 107

Правительство Республики Беларусь: ...обеспечивает проведение... государственной политики в области...экологии.

Согласно следующей статье:

Статья 137

Конституция обладает высшей юридической силой. Законы, декреты, указы издаются на основе и в соответствии с Конституцией РБ.

Следующие правовые документы – законы в области охраны окружающей среды:

1. ЗАКОН об охране окружающей среды от 26 ноября 1992 г.
2. Водный кодекс Белорусской ССР. Утвержден Законом Белорусской ССР от 27 декабря 1972 г.
3. Лесной кодекс Белорусской ССР. Утвержден Законом Белорусской ССР от 21 июня 1979 г.
4. Кодекс Белорусской ССР о земле. Постановление Верховного Совета Белорусской ССР от 11 декабря 1990 г.
5. ЗАКОН об охране атмосферного воздуха от 26 ноября 1981 г.
6. ЗАКОН об охране и использовании животного мира от 26 ноября 1981 г.
7. ЗАКОН о налоге за пользование природными ресурсами (экологический налог) от 23 декабря 1991 г. (в соответствии с ЗАКОНОМ все предприятия, учреждения, организации, занимающиеся хозяйственной деятельностью, должны платить экологический налог).
8. ЗАКОН о государственной экологической экспертизе от 18 июня 1993 г. (в соответствии с ним все предприятия, учреждения,

организации, которые занимаются строительством объектов, обязаны проходить экологическую экспертизу).

9. ЗАКОН об отходах производства и потребления от 25 ноября 1993 г. (призван содействовать предотвращению отрицательного воздействия на окружающую среду и человека при обращении с отходами и максимальному включению их в хозяйственный оборот как дополнительного источника сырья).

10. ЗАКОН об особо охраняемых природных территориях и объектах от 20 октября 1994 г.

11. Об охране памятников природы на территории Белорусской ССР. Постановление Совета Министров Белорусской ССР от 11 июня 1963 г.

Человек, охрана его жизни и здоровья от неблагоприятного воздействия окружающей среды является важнейшей задачей современности, так как человек предстает не только как субъект активной преобразовательной деятельности, но и как объект воздействия отрицательных последствий его хозяйственной деятельности. В законе Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» выделен особый раздел, где характеризуется право граждан на благоприятную окружающую среду. Это право раскрывается как сложный эколого-правовой комплекс, который включает три аспекта экологических прав человека: на здоровую среду, на благоприятную для жизни среду, на активное участие в охране окружающей среды. Разумеется, эти права останутся просто декларацией, если не будут обеспечены реальными гарантиями их выполнения. Так, реальными гарантиями права человека на здоровую окружающую среду служат утверждаемые государством нормативы предельно допустимых вредных воздействий на окружающую среду и здоровье человека, а также существующая система экологического контроля за их соблюдением и ответственности за их невыполнение.

В соответствии со статьей 5 Закона Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» физические лица, проживающие на территории республики, имеют право:

- создавать общественные объединения и фонды по охране окружающей среды и контролю за ее состоянием;
- требовать и получать полную и достоверную информацию о состоянии окружающей среды и мерах по ее охране;
- вносить предложения о запрещения, прекращении проектирования, строительства, реконструкции, эксплуатации объектов, оказывающих отрицательное влияние на окружающую среду и здоровье человека;

- предъявлять в суд иски о возмещении вреда здоровью и имуществу граждан, имуществу юридических лиц, причиненного нарушениями природоохранного законодательства либо ставшего следствием связанных с такими нарушениями экологических катастроф.

Правоохранительные органы, суды, арбитражные суды наделены полномочиями по рассмотрению споров граждан о природопользовании, ущемлении их прав, по пресечению посягательств на экологические права. Действия должностных лиц, совершенные с нарушением закона, с превышением полномочий, могут быть обжалованы в суд.

Законом «Об охране окружающей среды» определены и иные права граждан по охране окружающей среды. В частности, статья 7 наделяет полномочиями общественные объединения в области охраны. Общественное экологическое движение стало реальным фактором наших дней, важнейшим звеном механизма охраны окружающей среды. Лучшей гарантией экологических прав граждан является их осведомленность о состоянии и перспективах изменения окружающей среды. Для этого общегосударственная служба наблюдения и контроля за уровнем загрязнения природной среды по единой системе осуществляет сбор, хранение, поиск и обработку информации о состоянии атмосферного воздуха, других природных ресурсов.

Права граждан неразрывно связаны с обязанностями. Должностные лица и граждане несут дисциплинарную, гражданско-правовую, административную или уголовную ответственность, в соответствии с законодательством, за экологические правонарушения, противоправные деяния, нарушающие природоохранное законодательство и причиняющие вред окружающей среде и здоровью человека.

Граждане Республики Беларусь и иные лица, проживающие на ее территории, обязаны: беречь и охранять природу, рационально использовать ее богатства, соблюдать требования природоохранного законодательства, повышать экологическую культуру, содействовать экологическому воспитанию подрастающего поколения.

Гарантии прав граждан на благоприятную для жизни окружающую среду обеспечиваются:

- планированием и нормативованием качества окружающей среды, мерами по предотвращению экологически вредной деятельности и оздоровлению окружающей среды, предупреждению и ликвидации последствий аварии, катастроф, стихийных бедствий;

- государственным контролем за состоянием окружающей среды и соблюдением природоохранного законодательства, привлечением к ответственности лиц, виновных в нарушении требований обеспечения экологической безопасности населения;

- страхованием граждан, образованием государственных, общественных и иных фондов помощи лицам, пострадавшим от загрязнения окружающей среды;

- возмещением в добровольном и судебном порядке вреда, причиненного здоровью и имуществу граждан в результате загрязнения окружающей среды и иных вредных воздействий на нее, в том числе после аварий и катастроф;

- привлечением к ответственности в соответствии с законодательством Республики Беларусь лиц, умышленно искажающих или скрывающих информацию о состоянии окружающей среды, препятствующих выполнению гражданами и общественными объединениями их прав.

В 1990 г. при Прокуратуре РБ создана природоохранная прокуратура. Природоохранная прокуратура осуществляет надзор за соблюдением всеми учреждениями, организациями, предприятиями природоохранного законодательства и Закона РБ о социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на ЧАЭС. Природоохранная прокуратура также занимается расследованием уголовных дел, связанных с нарушением природоохранного законодательства и Закона о социальной защите.

В республике есть организация государственного управления природопользованием и охраной природы. Общее руководство осуществляет высший орган государственного управления - правительство республики, в областях эти функции возложены на Местные Советы.

С 1988 в Беларуси начал действовать Государственный Комитет по охране природы (Госкомприроды). В настоящее время он преобразован в Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. В подчинении Министерства находятся областные комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды. Эти комитеты имеют специализированные областные, городские и районные инспекции.

Контроль и наблюдения за состоянием окружающей среды также осуществляют: санэпидслужба (система Министерства здравоохранения РБ), гидрометеослужба (Комитет по гидрометеорологии, Министерство по чрезвычайным ситуациям и защите населения от последствий катастрофы на Чернобыльской

АЭС), госконтроль за состоянием, воспроизводством, охраной и защитой лесов (Управление государственного контроля, производственное лесохозяйственное объединение, областные отделы государственного контроля), Комитет рыбоохраны (при Министерстве природных ресурсов и охраны окружающей среды; областные, межрайонные и районные инспекции рыбоохраны).

3 Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь.

Важное природоохранное значение имеют следующие документы, акты:

1. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20 апреля 1993 г., № 247 «О создании национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (НСМОС)».

Мониторинг создан для наблюдения, оценки и прогноза состояния окружающей среды. Ведение систем мониторинга поручено:

медицинского мониторинга - Министерству здравоохранения,

мониторинга окружающей среды - Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды, гидрометеослужбе, Министерству здравоохранения, НАН Б, другим министерствам и ведомствам,

биологического мониторинга - НАН Б, Министерству образования, Министерству лесного хозяйства, др.,

импактного мониторинга (мониторинга чрезвычайных ситуаций) - Министерству природных ресурсов и охраны окружающей среды.

В г. Минске создан БелНИЦ «Экология», который занимается мониторингом.

2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 20 апреля 1993 г., № 248 «О государственных кадастрах природных ресурсов». Кадастр – это систематизированный свод данных, включающий качественную и количественную опись объектов, явлений, в ряде случаев с их социально-экономической оценкой. Указанное постановление издано в целях получения полной и объективной информации о природных ресурсах, унификации действующих и введении новых кадастров. В республике имеется 10 кадастров: государственный климатический кадастр, государственный земельный кадастр, государственный водный кадастр, государственный лесной кадастр, государственный кадастр атмосферного воздуха, государственный кадастр недр, государственный кадастр животного мира, государственный кадастр растительного мира, государственный кадастр торфяного фонда,

государственный кадастр отходов. Государственные кадастры природных ресурсов предназначены для обеспечения природопользователей сведениями о природных ресурсах.

Осуществление глобального контроля за состоянием среды, введение экономических рычагов правильного природопользования (через систему исков, штрафов, налогов), юридической ответственности за нарушения природоохранного законодательства, широкое экологическое образование специалистов разного профиля, повышение общей экологической культуры населения может и должно способствовать улучшению состояния окружающей среды.

Экологические задачи

1. Слон весом 2100 кг питается травами и кустарниками. Травы составляют 85% рациона, кустарники -- 15%, усвояемость трав составляет 30%, листьев кустарников – 40%. Рассчитать, используя правило экологической пирамиды, количество кормов поступающих в детритную цепь копрофагов при питании слона.

2. Численность зеленой лягушка весом 20 г составляет 5 особей на гектар. Наземных кормов она поедает 80% и 20% водных. Наземные корма представлены растительными формами беспозвоночных животных, в основном, насекомыми (70%) и хищными (30%). Водные корма на 60% составляют растительные формы и 40% -- хищные. Продуктивность наземной экосистемы для растительных форм составляет 1,0 г/м², водной – 0,5 г/м² % . Рассчитать площадь водных и наземных угодий, необходимых для питания популяции зеленой лягушки, зная, что растительные корма усваиваются на 30%, животные – на 80%.

3. Составьте возможную трофическую сеть для следующих групп организмов: волк, лисица, заяц, косуля, лось, кабан, куропатка, травы, кустарники, деревья, кузнечик, короед, усач, дождевой червь, бактерии, грибы, лягушка, уж, мышь, жук навозник, дятел, коршун, скопа, окунь, лещ, плотва, дафнии, циклопы, бокоплав, катушка, прудовик, водоросли, рдест, кувшинка, стрелолист.

4. Тяжелые металлы накапливаются в водной экосистеме по правилу экологической пирамиды. Концентрация тяжелого металла в воде составляет 0,001 мг/л. Определите во сколько раз выше концентрация тяжелого металла в организме щуки по сравнению с водой. В данном водоеме щука питается окунем, который поедает мальков рыб питающихся планктонными ракообразными. Ракообразные поедают фитопланктон,

накапливающий тяжелые металлы больше остальных (концентрация в фитопланктоне в 100 раз больше чем в воде).

5. В применяемом инсектициде действующее вещество «X» составляет 20%, а наполнитель – 80%. Инсектицид используется в концентрации 0,01 г на 1 литр рабочего раствора. Расход рабочего раствора 10 литров на 1 гектар.

На кормовых травах остается 20% инсектицида. Продуктивность кормовых трав составляет 1000 кг/га, рацион коровы составляет 10 кг в сутки, суточный удой коровы составляет 10 литров. В молоко переходит 50% инсектицида. Определите величину концентрации действующего вещества «X» в молоке и определите превышает ли она ПДК по действующему веществу которая составляет 0,02 мг/л.

6. Лесной массив площадью 1100 га обработан инсектицидом «А» распыляемом с самолета в форме дуста содержащего 10% инсектицида «А». Расход дуста составил 110 кг. На хвое и ветвях остается 40% дуста, на траве – 20%. Лось весом 500 кг съедает 50 кг корма в котором ветви и хвоя составляют 80%, травянистая растительность – 20%. Продуктивность веточного корма составляет 10 г/м², травянистого – 100 г/м². В тело лося из корма переходит 50% инсектицида «А», ПДК инсектицида «А» в теле лося не должно превышать 1 мг на кг веса. Скорость распада инсектицида составляет 10% в день. Определите на сколько дней следует ограничить доступ лося в данный лесной массив.

7. Рыбоядная птица весом 10 кг питается рыбой среди которой хищная рыба составляет 30%, мирная – 70%. Хищная рыба поедает 80% мирной рыбы и 20% мелкой хищной рыбой, которая питается мелкой мирной рыбой. Мирная рыба на 80% питается растительной пищей и на 20% растительными беспозвоночными животными. Продуктивность растительной пищи составляет 1 г/м² площади водоема. Определите площадь водоема, необходимую для питания семьи рыбоядных птиц состоящей из двух птиц.

8. Белый аист питается лягушками (80%) и ужами (20%). Лягушки питаются растительными насекомыми (70%) и хищными (30%). При этом 80% хищных насекомых они ловят на суше, а 20% в воде. Растительных насекомых (90%) лягушки поедают на суше, а 10% в воде. Ужи питаются мышевидными грызунами. Продуктивность растительных угодий на суше 10 г/м², в воде -- 1 г/м². Определите площадь наземных и водных угодий необходимых для питания семьи аистов из 5 птиц общим весом 20 кг.

9. Семья буроzubок общим весом 20 г съедает такое же количество беспозвоночных животных ежедневно. В рационе хищные насекомые

составляют 20%, растительноядные – 60% и дождевые черви, питающиеся опадом – 20%. Продуктивность растительных угодий для насекомых 10 г/м^2 , количество опада для дождевых червей 1 г/м^2 , при этом растения и опад поедаются на одних и тех же участках. Определите площадь угодий необходимую для питания семьи бурозубок в течение периода активности (210 дней).

10. В аквариуме обитают 3 рыбки общим весом 10 г. Они питаются живым кормом (мотыль) и улитками, которые поедают водоросли. Усвояемость водорослей 30%, улиток 70%. В течение года использовано 70 г живого корма (усвояемость принимаем за 100%). Используя правило экологической пирамиды, определите, сколько водорослей необходимо для обеспечения пищей аквариумных рыбок.

11. Лисица весом 10 кг питается мышевидными грызунами (90%) и землеройками (10%). Мышевидные грызуны питаются семенами и травянистой растительностью. Землеройки поедают растительноядных насекомых и дождевых червей. Определите, используя правило экологической пирамиды, какое количество пищи со всех трофических уровней поступает в детритную цепь для питания жуков-навозников.

12. Вещество «В» является продуктом неполного сгорания топлива, оно выбрасывается в окружающую среду и попадает в почву, из которой поглощается травянистой растительностью используемой населением для заготовки сена. В полосе 0-10 м от магистрали его количество составляет $0,2 \text{ мг/м}^2$, в полосе 11-20 м – $2,0 \text{ мг/м}^2$, в полосе 21-30 м – $1,0 \text{ мг/м}^2$, в полосе 31-40 м – $0,5 \text{ мг/м}^2$, в полосе 41-50 м $0,2 \text{ мг/м}^2$. Соответственно, в полосе 0-10 м от магистрали заготавливают 5% сена, в полосе 11-20 – 20%, в полосе 21-30 м и 31-40 м – по 30%, в полосе 41-50 м – 15% сена. Продуктивность сена составляет 50 г/м^2 , в сено переходит 50% вещества «В» от его количества в почве. В ежедневный рацион коровы входит 5 кг сена, в организм коровы переходит 50% вещества «В» поступившего в организм коровы с пищей. Ежедневный удой коровы 20 л, в молоко переходит 50% вещества «В» от его количества поступившего в организм коровы с кормом. Определите концентрацию вещества «В» в молоке коровы и дайте заключение о возможности использования сена для кормления коровы зная, что ПДК вещества «В» в молоке составляет $0,5 \text{ мг}$ в литре.

4 ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Занятие 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ ДЕЙСТВИЯ

1. Абиотические экологические факторы.
2. Биотические экологические факторы.
3. Антропогенные экологические факторы.

ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

1. Факторы окружающей среды, их классификация и характер воздействия на человека.
2. Влияние на организмы экологических факторов, экологическая валентность.
3. Температурный фактор и его влияние на организмы.
4. Значение света как экологического фактора.
5. Конкуренция как вид биотических взаимоотношений.
6. Человек как сильнейший экологический фактор.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое среда и экологические факторы?
 2. Как классифицируются экологические факторы?
 3. Прямое и косвенное воздействие факторов среды.
 4. Какие условия среды называются оптимальными?
- Сформулируйте законы оптимума и пессимума?
5. Экологическая валентность и её свойства.
 6. Закон минимума Либиха. Закон толерантности В.Шельфорда.
 7. В чем значение освещенности как экологического фактора?
 8. Фотосинтез как важнейший процесс в биосфере.
 9. В чем значение температуры, и какие вы знаете приспособления организмов к температурному фактору?
 10. Правило Аллена. Правило Бергмана.
 11. Влажность, как основной экологический фактор.
 12. Какие приспособления растений засушливых районов и пустынь к поглощению воды и ее испарению вы знаете?
 13. Что такое фотопериодизм?
 14. Как классифицируются биотические факторы?
 15. Дать характеристику конкуренции как биотическому фактору?
 16. В чем сходство и в чем различие паразитизма и хищничества? Приведите не менее трех примеров.

17. Перечислите и охарактеризуйте различные формы симбиоза?
18. Могут ли гетеротрофные организмы находиться во взаимоотношениях "хищник - жертва"? Приведите примеры.
19. Чем можно объяснить длительное существование конкурирующих видов в природе?

Задание 1. Разобрать основные экологические факторы и заполнить предлагаемые таблицы.

Таблица 1 - Группы и примеры экологических факторов

Основные группы экологических факторов	Примеры
абиотические биотические антропогенные	

Таблица 2 - Влияние абиотических факторов на биологические организмы

Фактор	Значение для организма		Примеры приспособлений	
	растения	животные	растения	животные
Температура Свет Кислород Влажность Соленость				

Задание 2. Решите следующие задачи:

Для роста пшеницы нужна температура от 0°C (нижний предел, минимум) до 42°C (верхний предел, максимум), для фасоли - от 9°C до 46°C, для клена остролистного от 7°C до 26°C, для бактерии сенной палочки - от 5°C до 57°C, для туберкулезной бактерии - от 29°C до 41°C, для жизни рыжего муравья от 1,5°C до 50°C.

а) какие из данных организмов являются stenothermными, какие eurythermными по отношению к температурному фактору?

б) для каких организмов из числа перечисленных температура почвы 2°C и воздуха 2°C весной будет являться ограничивающим фактором? Почему?

Задание 3. Заполните предлагаемую таблицу.

Таблица 3 - Примеры биотических взаимоотношений между организмами

Виды отношений	Примеры
Нейтрализм	
Конкуренция	
Хищничество	
Паразитизм	
Комменсализм	
Мутуализм	
Синюкия	

Задание 4. Объясните следующие термины: паразитизм, зона угнетения, симбиоз, ограничивающий фактор, предел выносливости, окружающая среда, антропогенный фактор, экологический фактор, комменсализм, конкуренция, мутуализм, оптимальный фактор, организм, экологическая пластичность.

Тест

- Выберите правильное определение экологии как науки:
 - а) наука, изучающая растения, животных и среду обитания
 - б) наука, изучающая взаимосвязи между живыми организмами
 - в) наука, изучающая взаимосвязи между живыми организмами и средой их обитания.
- Какие из перечисленных факторов можно отнести к абиотическим:
 - а) весенние разливы рек
 - б) вырубка леса
 - в) внесение в почву удобрений.
- В лесном массиве был создан заповедник. К какому экологическому фактору можно отнести этот факт?
 - а) биотический
 - б) абиотический
 - в) антропогенный.
- Линька птиц и перелет в теплые страны связаны с:
 - а) понижением температуры воздуха
 - б) изменением влажности воздуха.
 - в) изменением продолжительности дня.
- Какие приспособления способствуют выживанию животных в засушливых районах?

а) анабиоз
б) накопление жиров
в) интенсивное образование метаболической воды в организме в результате окислительных реакций.

6. Из перечисленных примеров выберите антропогенный фактор:

- а) свет
- б) взаимосвязи между особями в популяциях
- в) развитие промышленности.

7. Отмершие листья деревьев образуют опад, который служит местом обитания и пищей организмам. К каким факторам относится это явление:

- а) антропогенные
- б) биотические
- в) абиотические
- г) комплексное действие факторов.

8. Из перечисленных факторов выберите абиотические:

- а) влажность, свет, температура
- б) вырубка лесов
- в) влияние организмов друг на друга.

9. Фотопериодизм - это реакция организма на изменение:

- а) температуры воздуха
- б) влажности воздуха
- в) соотношение длины дня и ночи.

10. Большая часть энергии солнечного излучения, достигающего земной поверхности приходится на долю:

- а) ультрафиолетовых лучей
- б) инфракрасных лучей
- в) видимого спектра.

11. Из перечисленных животных выберите тех, которые имеют непостоянную температуру тела:

- а) насекомые
- б) млекопитающие
- в) птицы.

12. К каким факторам среды относятся рельеф, климат, почва, воздух:

- а) антропогенным
- б) биотическим
- в) абиотическим.

13. Назовите организм, у которого физиологические процессы ускоряются в связи с повышением температуры окружающей среды:

- а) воробей

- б) кошка
- в) гусеница капустной белянки
- г) камбала.

14. Под биотическим фактором понимают:

- а) сумму воздействий живых организмов
- б) воздействие человека на организмы
- в) факторы неживой природы.

15. От чего зависит степень конкуренции:

- а) от ареала конкурентов
- б) от количества конкурентов
- в) от сильного сходства или различия потребностей конкурентов.

16. Что такое симбиоз:

- а) прямое уничтожение жертвы
- б) совместное существование, при котором каждый вид извлекает пользу от связей с другими видами
- в) форма взаимоотношений, при котором один вид использует другой в качестве источника питания, принося вред хозяину.

17. Какое из перечисленных взаимодействий относится к хищничеству:

- а) на теле хозяина живут вши
- б) волки поедают мелких травоядных
- в) насекомые питаются нектаром цветковых растений.

18. Азотфиксирующие бактерии относятся к:

- а) сапрофитам
- б) симбионтам
- в) паразитам.

19. Сороки предупреждают копытных об опасности. О каком типе взаимодействий идет речь:

- а) хищничество
- б) межвидовая взаимопомощь
- в) симбиоз.

20. Выберите пример паразитизма:

- а) береза и гриб подберезовик
- б) повилка и растение
- в) лишайники.

21. Выберите пример конкуренции:

- а) акула и рыбы прилипалы
- б) деревья и микоризные грибы
- в) ель в березовом лесу.

22. Роль хищников в природе заключается в:

- а) уменьшении количества популяций жертв

б) поддержании состава и численности популяций жертв на оптимальном уровне

в) избирательном уничтожении животных с низкой способностью добывать себе корм

г) все перечисленное.

23. Какой из данных вариантов может быть примером паразитизма:

а) вши, клещи, грибы-трутовики

б) рак-отшельник и актиния

в) береза под пологом елового леса.

24. Волки ежегодно убивают около 25% оленей. К какой форме взаимодействия относится это явление?

а) конкуренция

б) хищничество

в) мутуализм.

25. Борьба внутри вида или между особями различных видов за пищу, ареал обитания - это:

а) конкуренция

б) хищничество

в) паразитизм.

26. Совместное существование, при котором каждый вид извлекает пользу от связи с другим видом называется:

а) нейтрализм

б) мутуализм

в) конкуренция.

27. Важное значение для хищников имеет:

а) количество пищи

б) качество пищи

в) разнообразиие пищи.

28. Какое из перечисленных взаимодействий относится к симбиозу:

а) воробей поедает червей

б) кукушка откладывает яйца в гнезда мелких воробьиных птиц

в) в рубце одного из отделов сложного желудка жвачных животных обитает несколько килограммов бактерий.

29. Что определяет наличие конкуренции:

а) ограничение общих ресурсов

б) избыток общих ресурсов

в) существует независимо от ресурсов.

30. Выберите пример мутуализма:

а) кедровая сосна и кедровка

б) береза и гриб-трутовик

в) гриб фитофтора и картофель.

31. Выберите пример комменсализма:

а) осина и микориза подосиновика

б) рыбки карапуса в полости голотурий

в) растения семейства росянковые и насекомые.

32. Из перечисленных ниже примеров адаптации найдите наиболее характерные для хищников:

а) покровительственная окраска

б) использование убежищ

в) быстрота реакций

г) наличие шипов, игл, панциря.

33. Аллелопатия - это:

а) химическое взаимовлияние растений друг на друга при помощи продуктов метаболизма

б) взаимопользные связи двух видов, предполагающие обязательное сожительство

в) потребление остатков пищи хозяина

г) выгодное, но не обязательное совместное существование.

34. С точки зрения экологии, конкуренция отличается от хищничества тем, что:

а) от «конкуренции» страдают оба конкурирующих вида

б) результаты конкуренции сказываются очень быстро

в) конкуренция приводит к полному истощению ресурса.

35. Из перечисленных абиотическим фактором является:

а) свет

б) деятельность человека

в) паразитизм

г) конкуренция.

36. Биотическим фактором является:

а) радиация

б) давление

в) температура

г) комменсализм.

37. К внутривидовому взаимодействию относятся:

а) нейтрализм

б) комменсализм

в) паразитизм

г) эффект группы.

38. Более всего паразитов встречается среди:

а) червей

б) моллюсков

в) позвоночных

г) птиц.

39. Укажите видовую пару, для которой характерен факультативный мутуализм:

а) филин - рысь

б) кулик-бегунок и крокодил

в) ласка и горностай

г) божья коровка и зеленый кузнечик.

40. Симбиоз - это:

а) случай, когда две популяции не воздействуют друг с другом и не одна из них не влияет на другую

б) обоюдно выгодное сожительство особей разных видов

в) случай, когда популяция одного вида сообщества извлекает пользу из другого сообщества.

Занятие 2. УЧЕНИЕ О ПОПУЛЯЦИЯХ

1. Характеристики популяций.
2. Динамика и регуляция численности популяций.
3. Структура популяций.

ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

1. Демэкология – экология популяций.
2. Характеристики и структура популяций.
3. Экологические стратегии популяций.
4. Этология как наука.

Вопросы для самоконтроля

1. Как формулируется современное определение популяции?
2. Какие характеристики популяций являются статическими?
3. Перечислите динамические характеристики популяций.
4. Каковы общие закономерности регуляции численности популяций?
5. Что такое пространственная структура популяций?
6. Что такое половозрастная структура популяций?
7. Что такое этологическая структура популяций?
8. Как популяционные волны влияют на стабильность популяций?
9. Математические модели Лотки-Вольтерры.
10. Эффект группы. Гомеостаз популяций.

11. Популяционная структура вида.
12. Общие закономерности регулирования численности популяций.
13. Полиморфизм популяций. Экологические стратегии.
14. Возрастная структура популяций у растений и животных.

Задание 1. Разобрать понятия: популяция, численность популяций, плотность популяций, дисперсия (пространственное распределение в популяциях), рождаемость, смертность, скорость роста популяции.

Задание 2. Заполните предлагаемые таблицы.

Таблица 1 - Статические и динамические характеристики популяций

Характеристики	Примеры
1. Статические: а) численность б) плотность в) дисперсия 2. Динамические: а) рождаемость б) смертность в) скорость роста	

Таблица 2 - Поведенческая структура популяций

Образ жизни	Примеры
1. Одиночный 2. Групповой: а) семейный б) колониальный в) стайный г) стадный	

Задание 3. Объясните следующие термины: популяция, численность, плотность, пространственное распределение, территориальность, эффект группы, биотический потенциал, эмиграция, иммиграция, миграция, экологическая стратегия, гомеостаз популяции, популяционные волны, рождаемость, смертность, одиночный образ жизни, групповой образ жизни, колония, вожак, лидер.

Тест

1. Дайте правильное определение популяции:

а) совокупность особей разных видов, обитающих длительное время на определенной территории

б) совокупность особей одного вида, способных обмениваться генетической информацией, обладающих особой внутренней структурой и существующих неопределенно длительное время на данной территории

в) сложная биологическая система, состоящая из группировок организмов, обладающих характерными особенностями строения, физиологии и поведения.

2. Какой раздел экологии занимается изучением популяций:

а) аутэкология

б) синэкология

в) эйдэкология

г) демэкология.

3. Разделение популяций на локальные, экологические и географические предложил:

а) Наумов

б) Шварц

в) Беклемишев

г) Шмальгаузен.

4. Назовите статические характеристики популяций:

а) рождаемость, смертность, миграции

б) территориальность, групповое поведение

в) численность, плотность, пространственное распределение.

5. Чем отличается экологическая плотность популяции от средней плотности:

а) количеством особей на единицу обитаемого пространства

б) количеством особей на единицу площади или объема

в) общим количеством особей на данной территории.

6. Выберите правильный пример случайного пространственного распределения:

а) популяция свободноживущих нематод в лесной подстилке

б) стая пелагических рыб

в) светолюбивые деревья в лесу.

7. Выберите правильный пример группового распределения:

а) популяция белки в смешанном лесу

б) земляничная поляна на опушке леса.

8. Выберите правильный пример регулярного (равномерного) распределения:

- а) популяция медведя в лесу
- б) колония пеликанов на побережье
- в) табун лошадей.

9. Что такое максимальная рождаемость:

- а) прирост численности популяции в меняющихся условиях среды
- б) биотический потенциал вида
- в) максимум скорости образования новых особей.

10. Чем отличается удельная рождаемость от абсолютной рождаемости:

а) числом особей родившихся за определенное время на одну особь в популяции

- б) числом особей родившихся за определенное время
- в) числом особей погибших за определенный период.

11. Равновесие между рождаемостью и смертностью в популяции называется:

- а) гомеостазом популяции
- б) динамикой популяции
- в) регуляцией численности популяции.

12. Приведите пример факторов, не зависящих от плотности и влияющих на регуляцию численности особей в популяциях:

- а) перенаселенность, территориальное поведение
- б) конкуренция и хищничество
- в) пожар, наводнение, антропогенное загрязнение.

13. Территориальное поведение – это:

- а) фактор, зависящий от плотности популяции
- б) фактор, не зависящий от плотности популяции
- в) фактор, не влияющий на численность популяции.

14. В каком экологическом возрастном периоде популяция наиболее уязвима:

- а) в предрепродуктивном
- б) в репродуктивном
- в) в пострепродуктивном.

15. Что такое экологические стратегии популяции:

а) общая характеристика роста и размножения данного вида

б) тенденция живых систем поддерживать внутреннюю стабильность

в) приспособления организмов для поддержания жизни в постоянно меняющихся условиях среды.

16. Популяция организмов в пересыхающей луже – это пример:

- а) К-стратегии
- б) R-стратегии
- в) промежуточного типа экологической стратегии.

17. Волны жизни - это массовые:

- а) вспышки численности видов
- б) годовой прирост биомассы животных в экосистеме
- в) механизм саморегуляции системы.

18. Популяция может расти экспоненциально:

- а) когда единственным ограничивающим рост ресурсом является пища
- б) когда она впервые попадает в подходящее незанятое местообитание
- в) только в случае отсутствия хищников
- г) только в лаборатории.

19. Основной причиной демографического взрыва служит:

- а) повышение рождаемости
- б) женское образование
- в) улучшение питания и санитарно-гигиенических условий
- г) промышленная революция
- д) антибиотики и совершенствование методов медицины.

20. Как изменится популяция видов-потребителей при выпадении одного из звеньев пищевой цепи:

- а) численность видов-потребителей сохраняется
- б) численность видов-потребителей уменьшается
- в) численность видов-потребителей увеличивается, т.к. они начинают в большом количестве поедать ту пищу, которая раньше была второстепенной.

Занятие 3. БИОЦЕНОЗЫ, ЭКОСИСТЕМЫ (БИОГЕОЦЕНОЗЫ), ИХ СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

1. Понятие о биоценозах.
2. Структура биоценозов, их динамика.
3. Пищевые взаимоотношения организмов.

ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

1. Учение о сообществах.
2. Продуценты, редуценты и консументы естественных экосистем.
3. Энергетика экосистем.

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие о биоценозе (сообществе).
2. Что такое экологическая ниша и какие типы отношений между организмами в биоценозах вы знаете?
3. Что определяется понятием динамика сообществ?
4. Как происходит развитие биоценозов?
5. Как классифицируются биоценозы?
6. Какие свойства биоценозов вы знаете?
7. Понятие об экосистемах.
8. Энергия в экосистемах. Понятие об энтропии.
9. Пищевые цепи. Трофические уровни.
10. Типы пищевых цепей, пищевые сети.
11. Экологические пирамиды.
12. Энергетика экосистем. Понятие о продукции.
13. Продуктивность экосистем.
14. Принципы рационального использования экосистем.

Задание 1. Разобрать понятие и структуру биоценоза, основные компоненты и их взаимосвязь. Отметить сходства и различия биоценозов водных и наземных экосистем.

Задание 2 . Выполните предлагаемые задания:

1. Начертите 2-3 примера конкретных цепей питания, существующих в природе.
2. Начертите схему взаимоотношений организмов в аквариуме.

Задание 3. Решите следующие задачи:

1. Составьте схему пищевых цепей аквариума, в котором обитают следующие организмы:

меченосцы и гуппи; улитки: прудовик и катушка; растения: элодея и валлиснерия; инфузория туфелька, амеба, эвглена зеленая, сапрофитные бактерии.

2. Перечислены несколько видов организмов:

лягушка травяная, головастик лягушки, жук плавунец, личинка плавунца, комар самец, комар самка, хламидомонада, жук-могильщик, эвглена зеленая, гнилостная бактерия, божья коровка, одуванчик, наездник-афелинус, инфузория туфелька, дождевой червь, молочнокислые бактерии, гриб мукор, гриб пеницилл, нитрифицирующие бактерии, сова, тля, морская звезда.

Определить:

- а) какие из них относятся к продуцентам в своем биоценозе;
- б) какие к фитофагам;
- в) какие к консументам;
- г) какие к деструкторам.

3. Пользуясь таблицей 1 и правилом экологической пирамиды, определите какая площадь (в га) соответствующего биоценоза может выкормить одну особь последнего звена в цепи питания:

- а) планктон - синий кит (живая масса 100 т)
- б) планктон - рыбы - тюлень (300 кг)
- в) планктон - нехищные рыбы - щука (10 кг)
- г) планктон - рыба - тюлень - белый медведь (500 кг)
 - д) планктон - рыбы - рыбаодные птицы (кайра, баклан) - орлан-белохвост (5 кг)
- е) травянистые растения - заяц - лиса - волк (50 кг)
- ж) водные растения - моллюски - карп (3 кг).

Примечание: 60% массы составляет вода.

Таблица 1 - Биологическая продуктивность (урожайность) некоторых биоценозов (масса сухого вещества г/ м² в год)

Организмы или их продукция	Название биоценоза	Продуктивность
Планктон	Водоем любого типа	600
Рыба (все дикие виды)	Водоем любого типа	15
Карп (разводимый)	Рыбоводческий пруд	150
Наземная растительность	Луг, поле, роща	200
Водная растительность	Водоем любого типа	1000
Опавшие листья	Лиственный лес	400
Древесина деревьев	Лиственный лес	500
Древесина деревьев	Тропический лес	1300
Почвенная фауна	Лиственный лес	100
Почвенные простейшие	Лиственный лес	10

4. На 1 м² площади культурного биоценоза – пшеничного поля растет 150 особей пшеницы (биомасса в сухом виде 450 г) и 200 особей сорных растений (сухой вес 500 г) разных видов:

- 1) осот – 30 особей; 2) молочай – 5 особей; 3) вьюнок – 10

особей; 4) марь белая – 15 особей; 5) щетинник – 80 особей; 6) ярутка полевая – 5 особей; 7) пырей ползучий – 30 особей; 8) фиалка – 5 особей.

Определите показатели данного биоценоза:

- а) видовое разнообразие;
- б) биомассу (в кг/га; в кДж/га).

5. Составьте возможную трофическую сеть для следующих групп организмов: волк, лисица, заяц, косуля, лось, кабан, куропатка, травы, кустарники, деревья, кузнечик, короед, усач, дождевой червь, бактерии, грибы, лягушка, уж, мышь, жук навозник, дятел, коршун, скопа, окунь, лещ, плотва, дафнии, циклопы, бокоплав, катушка, прудовик, водоросли, рдест, кувшинка, стрелолист.

6. Слон весом 2100 кг питается травами и кустарниками. Травы составляют 85% рациона, кустарники -- 15%, усвояемость трав составляет 30%, листьев кустарников – 40%. Рассчитать, используя правило экологической пирамиды, количество кормов поступающих в детритную цепь копрофагов при питании слона.

7. Численность зеленой лягушки весом 20 г составляет 5 особей на гектар. Наземных кормов она поедает 80% и 20% водных. Наземные корма представлены растительноядными формами беспозвоночных животных, в основном, насекомыми (70%) и хищными (30%). Водные корма на 60% составляют растительноядные формы и 40% -- хищные. Продуктивность наземной экосистемы для растительноядных форм составляет 1,0 г/м², водной – 0,5 г/м² %. Рассчитать площадь водных и наземных угодий, необходимых для питания популяции зеленой лягушки, зная, что растительные корма усваиваются на 30%, животные – на 80%.

8. Тяжелые металлы накапливаются в водной экосистеме по правилу экологической пирамиды. Концентрация тяжелого металла в воде составляет 0,001 мг/л. Определите во сколько раз выше концентрация тяжелого металла в организме щуки по сравнению с водой. В данном водоеме щука питается окунем, который поедает мальков рыб питающихся планктонными ракообразными. Ракообразные поедают фитопланктон, накапливающий тяжелые металлы больше остальных (концентрация в фитопланктоне в 100 раз больше чем в воде).

9. В применяемом инсектициде действующее вещество «Х» составляет 20%, а наполнитель – 80%. Инсектицид используется в

концентрации 0,01 г на 1 литр рабочего раствора. Расход рабочего раствора 10 литров на 1 гектар.

На кормовых травах остается 20% инсектицида. Продуктивность кормовых трав составляет 1000 кг/га, рацион коровы составляет 10 кг в сутки, суточный удой коровы составляет 10 литров. В молоко переходит 50% инсектицида. Определите величину концентрации действующего вещества «Х» в молоке и определите превышает ли она ПДК по действующему веществу которая составляет 0,02 мг/л.

10. Лесной массив площадью 1100 га обработан инсектицидом «А» распыляемом с самолета в форме дуста содержащего 10% инсектицида «А». Расход дуста составил 110 кг. На хвое и ветвях остается 40% дуста, на траве – 20%. Лось весом 500 кг съедает 50 кг корма в котором ветви и хвоя составляют 80%, травянистая растительность – 20%. Продуктивность веточного корма составляет 10 г/м², травянистого – 100 г/м². В тело лося из корма переходит 50% инсектицида «А», ПДК инсектицида «А» в теле лося не должно превышать 1 мг на кг веса. Скорость распада инсектицида составляет 10% в день. Определите на сколько дней следует ограничить доступ лося в данный лесной массив.

11. Рыбоядная птица весом 10 кг питается рыбой среди которой хищная рыба составляет 30%, мирная – 70%. Хищная рыба поедает 80% мирной рыбы и 20% мелкой хищной рыбой, которая питается мелкой мирной рыбой. Мирная рыба на 80% питается растительной пищей и на 20% растительными беспозвоночными животными. Продуктивность растительной пищи составляет 1 г/м² площади водоема. Определите площадь водоема, необходимую для питания семьи рыбоядных птиц состоящей из двух птиц.

12. Белый аист питается лягушками (80%) и ужами (20%). Лягушки питаются растительными насекомыми (70%) и хищными (30%). При этом 80% хищных насекомых они ловят на суше, а 20% в воде. Растительных насекомых (90%) лягушки поедают на суше, а 10% в воде. Ужи питаются мышевидными грызунами. Продуктивность растительных угодий на суше 10 г/м², в воде -- 1 г/м². Определите площадь наземных и водных угодий необходимых для питания семьи аистов из 5 птиц общим весом 20 кг.

13. Семья бурозубок общим весом 20 г съедает такое же количество беспозвоночных животных ежедневно. В рационе хищные насекомые составляют 20%, растительные – 60% и дождевые черви, питающиеся опадом – 20%. Продуктивность растительных

угодий для насекомых 10 г/м^2 , количество опада для дождевых червей 1 г/м^2 , при этом растения и опад поедаются на одних и тех же участках. Определите площадь угодий необходимую для питания семьи буроzubок в течение периода активности (210 дней).

14. В аквариуме обитают 3 рыбки общим весом 10 г. Они питаются живым кормом (мотыль) и улитками, которые поедают водоросли. Усвояемость водорослей 30%, улиток 70%. В течение года использовано 70 г живого корма (усвояемость принимаем за 100%). Используя правило экологической пирамиды, определите, сколько водорослей необходимо для обеспечения пищей аквариумных рыбок.

15. Лисица весом 10 кг питается мышевидными грызунами (90%) и землеройками (10%). Мышевидные грызуны питаются семенами и травянистой растительностью. Землеройки поедают растительных насекомых и дождевых червей. Определите, используя правило экологической пирамиды, какое количество пищи со всех трофических уровней поступает в детритную цепь для питания жуков-навозников.

16. Вещество «В» является продуктом неполного сгорания топлива, оно выбрасывается в окружающую среду и попадает в почву, из которой поглощается травянистой растительностью используемой населением для заготовки сена. В полосе 0-10 м от магистрали его количество составляет $0,2 \text{ мг/м}^2$, в полосе 11-20 м – $2,0 \text{ мг/м}^2$, в полосе 21-30 м – $1,0 \text{ мг/м}^2$, в полосе 31-40 м – $0,5 \text{ мг/м}^2$, в полосе 41-50 м $0,2 \text{ мг/м}^2$. Соответственно, в полосе 0-10 м от магистрали заготавливают 5% сена, в полосе 11-20 – 20%, в полосе 21-30 м и 31-40 м – по 30%, в полосе 41-50 м – 15% сена. Продуктивность сена составляет 50 г/м^2 , в сено переходит 50% вещества «В» от его количества в почве. В ежедневный рацион коровы входит 5 кг сена, в организм коровы переходит 50% вещества «В» поступившего в организм коровы с пищей. Ежедневный удой коровы 20 л, в молоко переходит 50% вещества «В» от его количества поступившего в организм коровы с кормом. Определите концентрацию вещества «В» в молоке коровы и дайте заключение о возможности использования сена для кормления коровы зная, что ПДК вещества «В» в молоке составляет 0,5 мг в литре.

Задание 4. Объясните предлагаемые термины: биогеоценоз, биоценоз, продуценты, консументы, редуценты, сукцессия, трофическая цепь, экологическая ниша, экологическая пирамида, энергетика экосистем, первичная продукция, вторичная продукция,

валовая первичная продуктивность, чистая первичная продуктивность.

Тест

1. Компонентами экосистемы школьного аквариума могут быть: водоросли и высшие водные растения, инфузории, дафнии, моллюски, рыбы, бактерии, грибы. Исключение каких видов из этой экосистемы приведет к резкому нарушению равновесия:

- а) моллюски и простейшие
- б) рыбы
- в) высшие водные растения.

2. Какая из перечисленных экосистем обладает наибольшей биомассой и продуктивностью:

- а) океан
- б) тропический лес
- в) широколиственный лес.

3. Найдите неправильную цепь питания сообщества пруда:

- а) бактерии — простейшие — мелкие рачки — рыба — хищная рыба
- б) водоросли — инфузория туфелька — дафнии — водяной клоп — личинка стрекозы
- в) водоросли — перловица — ракообразные.

4. Какая из приведенных ниже сукцессий имеет отрицательное значение для человека:

- а) нетвердая почва вследствие абиотических факторов превратилось в болото, богатое торфом
- б) вследствие вырубki лесов образовалась открытая местность, что способствовало развитию эрозии почв
- в) зарастание иван-чаем и другими травами пожарища.

5. На каких этапах сукцессии в сообществе наблюдается увеличение численности отдельных видов:

- а) в развивающемся сообществе
- б) на начальных этапах сукцессии
- в) в период перехода от сукцессии к климаксному сообществу.

6. Какие из фитоценозов отличаются наибольшей видовой насыщенностью:

- а) горные районы
- б) субтропики Закавказья
- в) буковые леса.

7. Выберите правильную вертикальную ярусность:

- а) дуб — береза — клюква — мох — чистец лесной

б) береза — рябина — шиповник — багульник — клюква — копытень

в) шиповник — сныть — чистец лесной — копытень — клюква

г) орешник — береза — шиповник — клюква — мох.

8. Какой из перечисленных компонентов системы является редуцентом:

а) муха

б) ящерица

в) дождевой червь.

9. Какая их перечисленных пищевых цепей составлена правильно:

а) муха — лягушка — уж

б) уж — лягушка — муха

в) лягушка — муха — уж.

10. Численность белки в еловых лесах в первую очередь зависит от:

а) количества хищников

б) суровости зимы

в) урожая семян.

11. Выберите из приведенного ниже списка организм, не относящийся к консументам:

а) муравей

б) водосбор лекарственный

в) гадюка

г) жук навозник.

12. Наиболее продуктивна экосистема:

а) степного пастбища

б) березового леса

в) тропического леса.

13. В естественном биогеоценозе взаимодействуют факторы:

а) биотические

б) абиотические и биотические

в) биотические и антропогенные.

14. Какой из компонентов экосистемы наиболее подвержен изменениям:

а) продуценты

б) консументы

в) редуценты.

15. Какое количество энергии переходит на каждый последующий уровень:

а) 1%

б) 10%

в) 25%.

16. Сообщество растений называется:

- а) фитоценозом
- б) зооценозом
- в) биоценозом.

17. Исчезновение какой группы консументов принесло бы экосистеме смешанного леса сильный ущерб:

- а) хищные птицы
- б) растительноядные насекомые
- в) насекомоядные птицы.

18. Найдите правильную цепь питания сообщества тундры:

- а) растение — мышь — сова
- б) мох — олень — сова
- в) карликовая береза — гриб — трутовик — олень.

19. Каков результат сукцессии:

- а) смена одного сообщества другим
- б) поддержание сложной внутренней структуры сообществ
- в) адаптация сообщества к окружающей среде.

20. Выберите наиболее полное определение сукцессии:

- а) процесс смены сообществ
- б) процесс самовосстановления экосистемы
- в) процесс саморазвития сообществ.

21. Какая сукцессия называется вторичной:

- а) повтор одной и той же сукцессии через определенное время (внешних нарушений нет)
- б) идущая параллельно с какой-либо другой сукцессией
- в) сукцессия, начинающаяся вслед за нарушением среды
- г) нет понятия вторичная сукцессия.

22. Какие из приведенных ниже организмов могут выступать в роли консументов и редуцентов:

- а) гриб-трутовик
- б) растение Петров крест
- в) индюк.

23. Что из перечисленного ниже является примером первичной сукцессии:

- а) мхи - лишайники - травянистые растения
- б) лишайники - травянистые растения - мхи
- в) травянистые растения - мхи - лишайники
- г) лишайники - мхи - травянистые растения.

24. Большую роль в накоплении биомассы играют:

- а) животные

- б) растения
- в) микроорганизмы.

25. Лещина, крушина, калина - растения:

- а) верхнего, среднего яруса
- б) подлеска
- в) яруса травянистых растений.

26. В дубраве выпадение одного вида из пищевой цепи:

- а) приведет к катастрофе
- б) не приведет ни к каким изменениям
- в) даст толчок к эволюции системы.

27. Учение о биогеоценозе развил:

- а) Северцев
- б) Шмальгаузен
- в) Сукачев.

28. Регуляцию газового состава атмосферы осуществляют:

- а) консументы
- б) продуценты
- в) редуценты.

29. При переходе на последующий трофический уровень биомасса уменьшается:

- а) в 10 раз
- б) в 2 раза
- в) увеличивается в 10 раз.

30. Летние травянистые растения дубравы:

- а) светолюбивые
- б) тенелюбивые
- в) теневыносливые.

31. Детритные цепи начинаются:

- а) с растений
- б) с остатков
- в) с травоядных животных.

32. Биоценозом называют:

- а) сумма живых организмов
- б) группа животных обитающих на территории
- в) совокупность компонентов живой природы
- г) сумма живых организмов, связанных в цепи питания и обменом энергией.

33. Любую сумму взаимодействий живых организмов и условий среды называют:

- а) экосистемой
- б) биологической системой

- в) ландшафтом
- г) природной территорией.

34. Экологическая ниша:

- а) все, что окружает живой организм
- б) местообитание особей данного вида
- в) территория
- г) положение вида в комплексе биоценоза.

35. Можно считать, что волки и львы находятся на одном и том же трофическом уровне, потому что и те и другие:

- а) поедают растительноядных животных
- б) живут на суше
- в) имеют крупные размеры
- г) диета их очень разнообразна.

36. Травоядные животные занимают трофический уровень:

- а) продуцентов
- б) редуцентов
- в) третичных консументов
- г) вторичных консументов
- д) первичных консументов.

37. Природные трофические цепи, как правило, имеют не более 4-5 звеньев. Это связано в первую очередь:

- а) с большими потерями энергии на каждом уровне
- б) с недостатками корма
- в) с высокой избирательностью консументов
- г) с низкой продуктивностью растений.

38. Какие из компонентов биоценоза являются автотрофами:

- а) консументы первого порядка
- б) консументы второго порядка
- в) продуценты
- г) редуценты.

39. Консументами первого порядка в цепях питания являются:

- а) дятел
- б) мышь полевая
- в) гадюка обыкновенная
- г) белый медведь
- д) щука.

40. Какие растения первыми заселяют каменистые субстраты:

- а) сорняки
- б) лишайники
- в) сосны
- г) мхи.

Занятие 4. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ

1. Учение Вернадского о биосфере.
2. Круговороты веществ и энергии на Земле.
3. Стадии развития биосферы. Экологические проблемы современности.

ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

1. Среды жизни на Земле.
2. Основные экологические проблемы современности.
3. Техносфера и ноосфера как стадии развития биосферы.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково место биосферы в экологических оболочках Земли?
2. Какова классификация веществ на Земле по В.И. Вернадскому?
3. Перечислите функции живого вещества?
4. Назовите свойства живого вещества?
5. Что такое геологический (большой) круговорот веществ на Земле?
6. Что такое биологический (малый) круговорот веществ на Земле?

Задание 1. Разобрать понятие биосфера и учение В.И. Вернадского о биосфере.

Задание 2. Обсудить основные экологические проблемы современности (изменение состава атмосферы и климата, кислотные дожди, смог, разрушение озонового экрана, загрязнение природных вод, истощение и загрязнение почв, сокращение природного разнообразия), сформировать пути решения экологических проблем.

Задание 3. Объясните следующие термины: литосфера, атмосфера, живое вещество, биосфера, ноосфера, экологический кризис, мониторинг.

Тест

1. Выделяют следующие оболочки Земли:
 - а) атмосфера, гидросфера, литосфера
 - б) атмосфера, эдафосфера, гидросфера
 - в) литосфера, гидроэдафосфера, атмосфера.
2. Верхний предел существования жизни в атмосфере

обуславливается:

- а) нехваткой кислорода
- б) низким давлением
- в) жестким УФ-облучением.

3. Кто создал учение о биосфере:

- а) Коммонер
- б) Вавилов
- в) Вернадский
- г) Зюсс.

4. Назовите вещества, которые, по Вернадскому, связаны с жизнью:

- а) живое, биогенное, косное, биокосное
- б) живое, биокосное, биогенное
- в) биогенное, косное, биокосное
- г) космическое, радиоактивное, вещество рассеянных атомов.

5. Сколько биогеохимических функций живого вещества в биосфере выделил Вернадский:

- а) 5
- б) 7
- в) 6.

6. К какому круговороту относится круговорот воды:

- а) к большому
- б) к малому
- в) к водному.

7. К какому круговороту относится круговорот азота в биосфере:

- а) к большому
- б) к малому
- в) к азотному.

8. Выделяют следующие типы круговоротов веществ в биосфере:

- а) геологический и биологический
- б) геологический, биологический и биогеохимический
- в) геохимический и биогеохимический.

9. Движущей силой круговорота воды в биосфере является:

- а) испарение воды
- б) циркуляция ее в биосфере
- в) энергия солнца.

10. Как называется стадия развития биосферы на современном этапе:

- а) техносфера
- б) ноосфера
- в) кайнозой.

11. Какой из компонентов биосферы в настоящее время оказывает наиболее сильное воздействие на биосферу:

- а) растения
- б) животные
- в) микроорганизмы
- г) человек.

12. Найдите правильную закономерность распределения биомассы в биосфере:

- а) биомасса увеличивается от полюсов к экватору
- б) биомасса растений значительно превышает биомассу животных
- в) основная масса живых организмов сосредоточена в местах соприкосновения различных оболочек Земли
- г) все перечисленные утверждения верны.

13. Агроценозы относятся:

- а) к собственно природной среде
- б) к среде «второй природы»
- в) к среде «третьей природы»
- г) к социальной среде.

14. К каким потребностям человека относятся курение, алкоголь, наркотики:

- а) к элементарным потребностям
- б) к вторичным потребностям
- в) к псевдопотребностям.

15. Роль озонового экрана состоит:

- а) в поглощении ультрафиолетовых лучей
- б) поглощение инфракрасных лучей
- в) обогащение планеты кислородом.

16. Термин «биосфера» впервые ввел в науку:

- а) Геккель Э.
- б) Зюсс Э.
- в) Либих Ю.
- г) Вавилов Н.
- д) Вернадский В.

17. Высшая стадия биосферы, в которой разумная деятельность человечества становится определяющей силой, называется:

- а) биосферой
- б) ноосферой
- в) кайнозоем
- г) антропогеном.

18. Основную массу живого вещества биосферы составляют:

- а) животные

- б) растения
- в) бактерии
- г) планктон.

19. Какова граница существования жизни в литосфере:

- а) 3-4 км
- б) 1-2 км
- в) 5-6 км.

20. Что В.И. Вернадский назвал «пленкой жизни»:

- а) фито- и зоопланктон водоемов;
- б) биологические мембраны;
- в) сгущения жизни на границах сред.

Занятие 5. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

1. Типы и формы антропогенного воздействия на окружающую среду.
2. Последствия воздействий человека на природу.
3. Пути сохранения и улучшения экологической обстановки.

ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

1. Проблема кислотных дождей и парникового эффекта.
2. Загрязнения атмосферы и разрушение озонового слоя.
3. Загрязнения природных вод.
4. Эрозия почв и меры борьбы с ней.
5. Проблемы охраны животного и растительного мира.
6. Радиационная экология.
7. Влияние радионуклидов на организм человека.
8. Экология больших городов и мутационный процесс.

Вопросы для самоконтроля

1. Источники загрязнения атмосферы. Меры борьбы с загрязнением.
2. Загрязнение природных вод. Методы борьбы с ним и охрана вод.
3. Источники загрязнения почв. Меры борьбы с загрязнением.
4. Особо охраняемые виды биоты, их экология и распространение.
5. Радиационная экология.
6. В чем заключаются экологические последствия применения удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве?

7. Что такое мелиорация? Как она применяется в сельском хозяйстве?
8. В чем опасность исчезновения озонового слоя атмосферы?
9. В чем опасность «парникового эффекта» для биосферы?
10. В чем опасность кислотных дождей?
11. В чем заключается положительное и отрицательное антропогенное влияние на окружающий мир? Приведите не менее трех примеров каждого случая.

Задание 1. Разработать мероприятия и акции по сохранению и улучшению экологической обстановки в вашем микрорайоне в целях защиты здоровья его жителей.

Задание 2. Решите предлагаемые задачи:

Человек в среднем поглощает за сутки 430 г кислорода и выдыхает 900 г углекислого газа. Подсчитайте:

а) Какое количество углекислого газа выдыхают студенты вашей группы за сутки?

б) Какое количество кислорода за сутки потребляет население республики Беларусь?

в) Сколько га леса необходимо для восстановления нормального состава воздуха в республике, если известно, что 1 га леса поглощает за сутки столько углекислого газа, сколько выдыхает 2000 человек?

Задание 3. Объясните следующие термины: антропогенный фактор, кислотный дождь, смог, радиоактивное загрязнение, канцерогенные вещества, озоновый экран, экология человека, валеология, наследственность, загрязнитель, загрязнение, заказник, заповедник, национальный парк, природный парк, социальная экология, охрана природы, урбанизация, экологическая культура, экологическое мышление.

Тест

1. Какие из перечисленных факторов можно отнести к глобальным экологическим проблемам:

- а) рост численности грызунов
- б) вредные выбросы в атмосферу
- в) рост численности населения земного шара.

2. Какие меры по очистке жилой зоны от бытового мусора Вы бы применили:

- а) сжигание мусора

б) вывоз на свалки

в) создание производств по вторичной переработке мусора.

3. Назовите причины возникновения смога:

а) наличие в атмосфере высокой концентрации оксида азота и углеродов, интенсивная солнечная радиация, безветрие

б) солнечная радиация, запыленность, загазованность

в) сжигание топлива, загрязнение воздуха CO_2

г) все перечисленное.

4. Танкер вылил в море нефть. К какому типу загрязнения относится эта экологическая проблема?

а) истощение природных ресурсов

б) загрязнение природной среды

в) уничтожение живых организмов

г) образование нового хранилища нефти.

5. Какие из перечисленных факторов относятся к искусственному загрязнению:

а) вулканические извержения

б) космическая пыль

в) ТЭЦ.

6. Для того чтобы справиться с проблемой загрязнения атмосферы, необходимо:

а) перейти на более чистые экологические источники энергии

б) применять газоулавливающие установки

в) закрыть предприятия, загрязняющие среду.

7. С помощью каких мер можно решать проблему загрязнения воздуха в крупных городах на данный момент времени:

а) озеленение промышленных районов

б) переход на новые, экологически чистые технологии

в) сокращение промышленного производства.

8. Наиболее эффективный способ решения проблем, связанных с накоплением бытовых отходов и отходов производства в окружающей среде состоит:

а) в расширении площадей специально оборудованных свалок и мусоросжигательных заводов

б) в увеличении численности мусоросжигательных заводов

в) в заполнении отходами пустот земной коры, образованных путем добычи полезных ископаемых

г) в предотвращении образования отходов путем изменения образа жизни, структуры потребления и производственных технологий.

9. Аэрозоль - это:

а) смесь воды и серной кислоты

б) твердые и жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в атмосфере, обладающие малыми скоростями осаждения

в) токсические вещества, выбрасываемые промышленными предприятиями в окружающую среду

г) все перечисленное.

10. Эрозию почвы можно уменьшить при помощи:

а) посадки защитных полос

б) удобрения навозом

в) постоянного поддержания растительного покрова

г) всех перечисленных факторов.

11. Самым эффективным воздействием, которое может предпринять индивидуум для улучшения экологических условий существования человека, служит:

а) повторное использование стеклянной тары

б) активное участие в борьбе за создание законов об охране окружающей среды

в) езда на велосипеде вместо автомобиля

г) переход к вегетарианскому питанию.

12. Парниковый эффект вызывается в основном выбросами в атмосферу:

а) углекислого газа

б) гелия

в) аргона

г) хлороводорода

д) сероводорода.

13. Назовите вещество, играющее наиболее существенную роль в разрушении озонового слоя:

а) углекислый газ

б) сернистый газ

в) фреоны

г) угарный газ

д) сероводород.

14. Назовите вещество, играющее наиболее существенную роль в возникновении кислотных дождей:

а) углекислый газ

б) фреоны

в) сернистый газ

г) метан

д) угарный газ.

15. Где накапливается поступивший в организм радиоактивный йод:

- а) в печени
- б) в щитовидной железе
- в) в мышцах
- г) в скелете
- д) во всех органах и тканях.

16. Где накапливается радиоактивный цезий в организме человека:

- а) в эритроцитах
- б) в мышцах
- в) в селезенке
- г) в почках
- д) в нервных клетках.

17. Какое из определений мониторинга наиболее точно отражает его сущность:

- а) наблюдение за состоянием окружающей среды
- б) управление качеством окружающей среды
- в) наблюдение, оценка и прогноз состояния окружающей среды.

18. В выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания находятся вещества, которые могут вызвать образование раковых опухолей. Эти вещества называются:

- а) канцерогенными
- б) наркотическими
- в) токсическими
- г) обезболивающими
- д) антибактериальными.

19. В результате жизнедеятельности человека образуется масса продуктов, которые являются бытовыми отходами. Выберите из них такой, который будет перерабатываться в круговороте веществ дольше всех:

- а) бумага
- б) жесть
- в) полиэтилен
- г) картон.

5 ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

АВТОТРОФЫ - организмы, синтезирующие необходимые для жизни органические вещества из неорганических, используя энергию фотосинтеза или хемосинтеза.

АГРОБИОЦЕНОЗ - неустойчивая экосистема с искусственно созданным или обедненным видами естественным биотическим сообществом. Не способен длительно существовать без постоянной поддержки человеком.

БЕНТОС - совокупность организмов обитающих на дне водоема.

БИОГЕОЦЕНОЗ (от греч. «биос» - жизнь, «гео» - земля, «ценоз» - общий) - устойчивая саморегулирующая экологическая система, в которой органические компоненты неразрывно связано с неорганическими.

БИОТОП - относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом.

БИОЦЕНОЗ - сообщество из продуцентов, консументов и редуцентов, входящих в состав одного биогеоценоза, населяющих один биотоп.

БИОСФЕРА - область распространения жизни на Земле, состав, структура энергетика которой определяется деятельностью живых организмов.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО - совокупность тел живых организмов, населяющих Землю, вне зависимости от их систематической принадлежности.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ - при внесении в какую-либо среду или возникновении в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических или биологических агентов или превышение концентрации перечисленных агентов в среде.

ЗАКАЗНИК - территория, на которой в течение определенного периода установлен режим охраны животных, растений и других компонентов природного комплекса.

ЗАКОН МИНИМУМА (закон Либиха) - выносливость организма определяет самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей.

ЗАКОН ТОЛЕРАНТНОСТИ (закон Шелфорда) - лимитирующим фактором процветания вида может быть как минимум, так и максимум экологического фактора, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору.

ЗАПОВЕДНИК - особо охраняемая природная территория, навечно

изъятая из хозяйствования, на которой охраняется весь природный комплекс и выполняются научные исследования.

ЗООЦЕНОЗ - совокупность совместно проживающих животных, составная часть биоценоза.

КОММЕНСАЛИЗМ (сотрапезничество) - постоянное или временное сожительство особей разных видов, при котором один партнер питается остатками пищи или продуктами выделения другого.

КОНКУРЕНЦИЯ (соперничество) - любые антагонистические отношения, определяемые стремлением лучше и скорее достигнуть какой-то цели по сравнению с другими членами сообщества.

КОНСУМЕНТЫ - гетеротрофные организмы, являющиеся потребителями органического вещества.

КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ - многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере, литосфере.

МОНИТОРИНГ - комплексная система наблюдений, оценки и прогноза состояния природной среды, изменения биосферы и отдельных ее компонентов под влиянием человеческой деятельности.

МУТУАЛИЗМ - форма симбиоза, при которой два организма взаимовыгодно возлагают друг на друга регуляцию отношений с внешней средой.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК - охраняемая территория, представляющая особую экологическую, историческую и эстетическую ценность. Охраняет природные комплексы.

НООСФЕРА - новый этап биосферы, когда определяющим фактором развития ее становится разумная деятельность человека.

ОБРАЗ ЖИЗНИ - все разнообразие отношений индивидов какого-то вида к абиотическим условиям среды существования, к особям своего и других видов.

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА - компоненты природы, естественные или измененные деятельностью человека, которые окружают человеческое общество.

ОПТИМАЛЬНЫЙ ФАКТОР - наиболее благоприятная для организма интенсивность экологического фактора.

ОРГАНИЗМ - живое существо, реальный носитель жизни, характеризующийся всеми свойствами живого.

ОХРАНА ПРИРОДЫ - система государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на сохранение, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, и охрану окружающей среды.

ПАРАЗИТИЗМ - форма взаимоотношений разных организмов,

один из которых существует за счет питания тканями или соками другого без его умерщвления.

ПЛАНКТОН - совокупность пассивно плавающих в толще воды организмов, не способных к самостоятельному передвижению на значительные расстояния.

ПРЕДЕЛ ВЫНОСЛИВОСТИ - граница, за пределами которой существование организма невозможно. Для всех организмов и для каждого вида существуют границы по каждому экологическому фактору отдельно.

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ - объекты, условия и процессы природной среды, используемые в среде общественного производства для удовлетворения материальных, научных и культурных потребностей общества.

ПРИРОДНЫЙ ПАРК - территория, выделяемая для охраны природных ландшафтов, а также для отдыха и туризма.

ПРОДУЦЕНТЫ - автотрофные организмы, способные к фото- и хемосинтезу. Создают органическое вещество из неорганического.

РЕДУЦЕНТЫ - организмы, питающиеся мертвым органическим веществом и подвергающие его минерализации.

СИМБИОЗ - тип взаимоотношений организмов разных систематических групп - взаимовыгодное сожительство особей двух или более видов.

СИНОЙКИЯ - квартирантство, форма комменсализма, при которой одно животное обитает в жилище другого.

СОЦИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ - комплекс наук, изучающий взаимоотношения общества и окружающей среды, принципы организации человеческой деятельности с учетом экологических законов.

СУКЦЕССИЯ - последовательная смена биоценозов, преемственно возникающих на одной и той же территории в результате влияния природных факторов или воздействия человека.

ТОЛЕРАНТНОСТЬ - способность организмов выносить отклонения факторов среды от оптимальных для них.

ТРОФИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ (пищевая цепь, цепь питания) - взаимоотношения между организмами, через которые в экосистеме происходит трансформация вещества и энергии.

УБИКВИСТ - крайне широко распространенный вид, живущий в самых разнообразных условиях среды.

УРБАНИЗАЦИЯ - рост и развитие городов.

ФИТОЦЕНОЗ - более или менее устойчивое биотическое сообщество, составленное растительными организмами одного или

многих поколений-

ФОТОПЕРИОДИЗМ - реакция организмов на суточный ритм освещения, выражающаяся в изменении процессов роста и развития.

ХИЩНИЧЕСТВО - тип взаимоотношений двух организмов, при котором один использует в пищу другого.

ЭКОЛОГИЯ - это комплексная наука, изучающая законы существования (функционирования) живых систем в их взаимодействии с окружающей средой.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ - формирование у человека, сознательного отношения к окружающей природной среде с целью охраны и рационального использования природных ресурсов.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС - ситуация возникающая в экосистеме в результате нарушения экологического равновесия под воздействием стихийных природных явлений или в результате воздействия антропогенных факторов, нарушение равновесия в экологических системах и в отношениях человеческого общества к природе. Критическое состояние окружающей среды вызванное хищническим использованием природных ресурсов и загрязнением окружающей среды.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА - это система знаний, умений, ценностей человека, его верований, традиций, обычаев, законов, искусства, нравственности, ответственности за принимаемые решения в системе человек - окружающая среда.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ - анализ всех принимаемых хозяйственных знаний с точки зрения улучшения и сохранения качества окружающей среды.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША – а) функциональное место вида в экосистеме, определяемое прямыми и обратными связями с остальными видами, входящими в экосистему и абиотическими факторами среды. б) Совокупность условий жизни внутри экосистемы, соответствующие требованиям, предъявляемым к среде видом или его популяцией.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ (экологическая валентность) - свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов внешней среды.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА - сообщество живых организмов и среды их обитания, составляющее единое целое на основе пищевых связей и способов получения энергии.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР - это любой элемент среды, способный оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы на протяжении одной из фаз их индивидуального

развития.

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА - комплексная наука, изучающая закономерности взаимодействия человека и окружающей его среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев С.В. Экология: учебное пособие для учащихся 9 кл. общеобразовательных учреждений разных типов. СПб: СММО Пресс, 1997.
2. Акимов Т.А. Хаскин В.В. Экология. - М.: Юнити, 1998.
3. Вернадский В.И. Живое вещество. – М: Наука, 1978
4. Вронский В.А. Прикладная экология. - Ростов-на-Дону: Феникс, 1996.
5. Гиляров А.М. Популяционная экология. М: МГУ, 1990.
6. Камшилов М.М. Эволюция биосферы. М: Наука, 1979.
7. Киселев В.Н. Основы экологии. - Мн.: Універсітэцкае, 1998.
8. Кормилицын В.И., Циукшивили Н.С., Яломов Ю.И. Основы экологии: учебное пособие. - М.: МПУ, 1997.
9. Маврищев В.В. Основы общей экологии. Мн.: Вышэйшая школа, 2000.
10. Небел Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир. Т. 1–2. М: Мир, 1993.
11. Новиков Г.А. Основы общей экологии и охраны природы. Л.: ЛГУ, 1979.
12. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: учебное пособие для вузов. - М: ФАИР, 1998.
13. Окружающая среда и природные ресурсы Республики Беларусь. Статистический сборник. – Минск: Минсктиппроект, 1998.
14. Одум Ю. Экология. - М: Мир, 1986.
15. Радкевич В.А. Экология. - Мн.: Высш. школа, 1997.
16. Романов В.С., Харитонова Н.З. Охрана природы. - Минск. Вышэйшая школа, 1986.
17. Скуфьин КВ, Экология и охрана природы: учебное пособие. - Воронеж: изд. ВГУ, 1986.
18. Храмченкова О.М., Валетов В.В., Шевчук В.Е. Основы радиационной безопасности. – Мозырь: Белый ветер, 1999.
19. Шилов И.А. Экология. - М. Высшая школа, 2000.
20. Экология человека. Основные проблемы. Сб. научных трудов. - М, 1988.
21. Яблоков А.В. Популяционная биология. – М: Высшая школа, 1987.

ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ ДЛЯ СУРС

1. Факторы окружающей среды, их классификация и характер воздействия на человека.
2. Влияние на организмы экологических факторов, экологическая валентность.
3. Температурный фактор и его влияние на организмы.
4. Значение света как экологического фактора.
5. Конкуренция как вид биотических взаимоотношений.
6. Биотические экологические факторы
7. Человек как сильнейший экологический фактор.
8. Демэкология – экология популяций.
9. Синэкология-экология сообществ.
10. Характеристики и структура популяций.
11. Статические характеристики популяции.
12. Динамические характеристики популяции.
13. Экологические стратегии популяций.
14. Этология как наука.
15. Учение о сообществах.
16. Продуценты, редуценты и консументы естественных экосистем.
17. Энергетика экосистем.
18. Наземная среда жизни.
19. Водная среда жизни.
20. Почва, как среда жизни организмов.
21. Животные, занесенные в Красную книгу Республики Беларусь.
22. Растения, занесенные в Красную книгу Республики Беларусь.
23. Основные экологические проблемы современности.
24. Техносфера и ноосфера как стадии развития биосферы.
25. Проблема кислотных дождей и парникового эффекта.
26. Загрязнения атмосферы и разрушение озонового слоя.
27. Загрязнения природных вод.
28. Эрозия почв и меры борьбы с ней.
29. Засоление почв и меры борьбы.
30. Проблемы охраны животного и растительного мира.
31. Радиационная экология.
32. Влияние радионуклидов на организм человека.
33. Экология больших городов и мутационный процесс.