

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Экологии

**«ЭКОЛОГИЯ»**

Учебно – методическое пособие для выполнения практи-  
ческих занятий для бакалавров по направлениям:

030500.62 Юриспруденция

Краснодар  
2013

**УДК 574+504(078)**

**ББК 28.081**

**С 91**

Рецензенты:

**Плотников Г. Н.** – доктор биологических наук, профессор (Кубанский государственный университет)

**Воловик С.П.** – доктор биологических наук, профессор директор НПУ «Экосистема» НП «ИТЦ Кубань – Юг»

**С91** Экология: учеб.– метод. пособие для выполнения практических занятий для бакалавров по направлению «Юриспруденция» / А. Г. Сухомлинова, Е. В. Суркова, В.В. Стрельников, Т. П. Францева,– Краснодар: КубГАУ, 2013. – 74 с.

Учебно–методическое пособие разработано с учетом опыта работы автора в процессе проведения практических работ и направлено на формирование и закрепление умений, практических навыков, обучение способам и методам использования теоретических знаний в конкретных условиях. Структура практикума отражает последовательность изложения материала, принятую в учебной программе. Учебно–методическое пособие отвечает основным положениям соответствующей ФГОС ВПО по направлению «Юриспруденция» учебной программы Научно-методического совета по экологическому образованию УМО университетов для подготовки кадров.

*Печатается согласно решению ученого совета экологического факультета (протокол №3 от 25.11.2013г.)*

**УДК 574+504(078)**

**ББК 28.081**

© Кафедра прикладной экологии, 2013

© ФГОУ ВПО «Кубанский  
государственный аграрный  
университет, 2013

## СОДЕРЖАНИЕ

	С.
Практическое занятие № 1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИИ, ОХРАНЫ КРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	5  10
Практическое занятие № 2 УЧЕНИЕ ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ	14
Практическое занятие № 3 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ	20
Практическое занятие № 4 ЭКОСИСТЕМЫ И БИОЦЕНОЗЫ	27
Практическое занятие № 5 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ	35
Практическое занятие № 6 ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	39
Практическое занятие № 7 ВЫБРОСЫ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ	44
Практическое занятие № 8 РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УЩЕРБА, НАНОСИМОГО ДЕЙСТВИЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЙ	47
Практическое занятие № 9 ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОН ЧЕРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЕДСТВИЯ	

Практическое занятие №10	52
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	57
Практическое занятие №11	
РАЗВИТИЕ БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИИ И ЗАХОРОНЕНИЕ ОТХОДОВ	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	67
ПРИЛОЖЕНИЯ	

## Практическое занятие № 1

### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИИ, ОХРАНЫ КРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

В Федеральном законе Российской Федерации «Об охране окружающей среды» (2002) используются следующие основные понятия и определения:

**Адаптации** – эволюционно выработанные и наследственно закреплённые особенности живых организмов, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность в условиях постоянного воздействия факторов среды.

**Антропогенное загрязнение** – загрязнение окружающей среды, возникающее в результате хозяйственной деятельности людей, в том числе их прямого или косвенного влияния на состав и концентрацию природных веществ в результате выбросов антропогенных загрязнителей.

**Ареал** – область распространения какой-либо систематической группы организмов.

**Аутэкология** – экология, изучающая взаимодействие с окружающей средой отдельного организма или вида.

**Бентос** – совокупность организмов, обитающих на дне. Делится на зообентос и фитобентос.

**Биологическое загрязнение** – появление в экосистемах новых видов организмов, ранее в них не обитавших, а также интенсивное развитие в окружающей среде патогенных микроорганизмов и появление в ней генетически-модифицированных животных и растений.

**Биосфера** – глобальная *экосистема*, особая активная «оболочка» Земли, состав, строение и энергетика которой определяются деятельностью живых организмов.

**Биом** – крупная группа наземных экосистем со сходным типом растительности, определяемым сходными климатическими условиями.

**Биота** – живое вещество экосистемы (биоценоза).

**Биотоп** – относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство.

**Биоценоз** – исторически сложившаяся совокупность популяций живых организмов разных видов, проживающих совместно в однородных условиях на общей территории и связанных между собой различными типами взаимоотношений.

**Гумус** – органическое вещество почвы, образующееся в результате разложения растительных и животных остатков, а также продуктов жизнедеятельности организмов и синтеза гумусовых органических веществ микроорганизмами.

**Детрит** – мертвое органическое вещество, остатки растительного и животного происхождения.

**Допустимая экологическая нагрузка** – антропогенная нагрузка, которая не меняет качества окружающей природной среды или меняет ее в допустимых пределах, обеспечивая сохранение и/или повышение продуктивности сообщества (его структурно–функциональной целостности).

**Животный мир** – совокупность всех видов и особей диких животных, населяющих определенную территорию или акваторию.

**Загрязнение** – появление в окружающей среде любых веществ, энергий и чужеродных биологических объектов в количествах, оказывающих вредное воздействие на природные экосистемы и человека.

**Загрязняющее вещество** — вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду;

**Загрязнение окружающей среды** – поступление в компоненты окружающей среды вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду;

**Зона экологического бедствия** – участок, где в результате хозяйственной и иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения окружающей природной среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, нарушения природного равновесия, разрушение экологических систем, деградацию фауны и флоры.

**Интродукция** – преднамеренный или случайный пере-

нос особей какого-либо вида за пределы его естественного ареала.

**Истощение вод** – недопустимое сокращение запасов воды в пределах определенной территории.

**Кислотные осадки** – выпадение дождя, тумана, снега и любых других форм атмосферных осадков, имеющих величину активной реакции менее 5,6.

**Качество окружающей среды** — состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью;

**Малоотходные технологии** – такие технологии и способы производства, в которых обеспечивается максимально эффективное использование сырья и энергии, с минимумом отходов и потерь энергии.

**Невозобновимые природные ресурсы** – природные ресурсы, темпы, использования которых несравненно выше, чем скорость естественного накопления, если таковое имеет место в современной биосфере.

**Нектон** – совокупность организмов, обитающих в толще воды и способных активно противостоять течениям.

**Ниша экологическая** – положение вида в природе, включая его положение в пространстве и функциональную роль в сообществе.

**Ноосфера** – высший этап развития биосферы, когда разумная деятельность человека становится определяющим фактором эволюции на Земле.

**Окружающая среда** — совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов;

**Озоновые "дыры"** – значительные пространства в атмосфере с пониженным (на 50 % и более) содержанием озона.

**Опустынивание (аридизация)** – процесс, приводящий к потере экосистемой сплошного растительного покрова с дальнейшей невозможностью его восстановления без участия человека.

**Отходы** – непригодные для производства продукции виды сырья, неупотребимые остатки или вещества, и энергия.

**Оценка воздействия на окружающую среду** – деятельность, направленная на выявление и прогнозирование влияния на среду обитания, здоровье и благосостояние людей со стороны различных мероприятий и проектов.

**Пищевая цепь** – это линейная последовательность организмов, в которой происходит передача вещества и энергии от одного звена к другому.

**Предельно допустимая концентрация** – количество загрязнителя, которое при постоянном или временном воздействии на человека не влияет на его здоровье и не вызывает ухудшения здоровья у его потомства.

**Предельно допустимый выброс** – максимальное количество загрязняющих веществ, которое в единицу времени разрешается выбрасывать конкретному предприятию в атмосферу, не вызывая при этом превышения в окружающей среде ПДК.

**Предельно допустимый сброс** – максимальное количество загрязняющих веществ, которое в единицу времени разрешается сбрасывать конкретному предприятию в почву или водные объекты, не вызывая при этом превышения в окружающей среде ПДК.

**Природные ресурсы** – природные объекты и явления, используемые человеком в процессе общественного производства для удовлетворения материальных, культурных и иных потребностей.

**Природопользование** – использование природных ресурсов в процессе общественного производства для целей удовлетворения материальных и культурных потребностей общества, совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению.

**Популяция** – группа особей одного вида, обитающих на общей территории, в сходных экологических условиях, свободно скрещивающихся и обладающих способностью неограниченно длительное время поддерживать свою численность.

**Почва** – особое естественноисторическое образование, возникшее в результате изменения поверхностного слоя литосферы под действием воды, воздуха и живых организмов.

**Сукцессия** – постепенная или быстрая смена видов на определенной территории (акватории) в результате влияния

факторов среды, благоприятствующих одним видам в ущерб другим.

**Ущерб** – фактические или возможные экономические и социальные потери, возникающие в результате каких-либо событий или явлений, в т.ч. изменений природной среды, нарушений и загрязнений.

**Экологическая катастрофа** – максимально сильное воздействие экологически опасных факторов на окружающую среду, в результате которого в ней происходят крайне неблагоприятные изменения и массовая гибель живых организмов.

**Экологическая пирамида** – графическое отражение соотношения между продуцентами, консументами и редуцентами в экосистеме (биоценозе), выраженное в их численности (пирамида чисел), биомассе (пирамида биомасс) или энергии (пирамида энергий).

**Экологические факторы** – это те элементы среды обитания, которые прямо или косвенно способны оказывать воздействие на организм хотя бы на протяжении одной из фаз его индивидуального развития.

**Экологическое право** – отрасль права, которая регулирует общественные отношения в сфере взаимодействия общества и природы.

**Экологическое страхование** – страхование гражданской ответственности владельцев потенциально экологически опасных объектов в связи с необходимостью возмещения ущерба, обусловленного технологической аварией или катастрофой третьим лицам и окружающей среде.

**Экология** – наука, изучающая условия существования живых организмов, и взаимоотношения живых организмов друг с другом и с окружающей средой.

**Экосистема** – любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ.

**Эмерджентность** – наличие у системного целого особых свойств, не присущих отдельным его составляющим.

**Эрозия почв** – разрушение и снос верхних наиболее плотных горизонтов и подстилающих их пород.

### УЧЕНИЕ ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ

Перед современным обществом стоит задача сохранить природные богатства сегодня и предупредить отрицательные последствия в будущем. Для этого необходимо изучить многообразные процессы, постоянно протекающие в природе. Основой является учение о биосфере Земли.

**Биосфера** – глобальная *экосистема*, особая активная «оболочка» Земли, состав, строение и энергетика которой определяются деятельностью живых организмов.

Биосфера включает в себя:

1) Живые организмы (растения, животные, микроорганизмы).

2) Тропосфера – нижний слой атмосферы. В тропиках этот слой простирается от земной поверхности до высоты 15 – 17 км, в умеренных широтах обоих полушарий – до высоты 10 – 12 км и над полюсами – до 8 – 9 км. В тропосфере сосредоточено около 80 % массы атмосферы. Здесь находится почти весь водяной пар атмосферы, формируются осадки, и происходит горизонтальное и вертикальное перемещение воздуха.

3) Гидросфера – прерывистая водная оболочка Земли, т.е. совокупность океанов, морей и поверхностных вод суши, также подземные воды, лёд и снег Арктики и Антарктики, а также атмосферную воду и воду, содержащуюся в живых организмах. Содержит  $1,46 \cdot 10^6$  триллионов т жидкой воды и льда. Мировой океан покрывает 70,8 % поверхности Земли и имеет среднюю глубину 3795 м. Наиболее глубокие впадины – Марианский желоб в Тихом океане – 11034 м и Пуэрто-Рико в Атлантическом океане – 8385 м.

4) Литосфера – твердая каменная оболочка Земли, включающая земную кору и верхнюю часть подстилающей ее верхней мантии Земли, расположенную выше астеносферы (верхний пластичный слой верхней мантии планеты).

Возраст биосферы приблизительно 4,5млрд. лет.

Автором термина "биосфера" является французский естествоиспытатель Жан Батист **Ламарк**, который употребил

его в **1803** г. Затем термин был забыт. В **1875** г. его "воскресил" профессор Венского университета австрийский геолог Эдуард **Зюсс**. Он ввел в науку представление о биосфере как особой оболочке земной коры, охваченной жизнью. В таком общем смысле впервые в **1914** г. использовал этот термин и **В. И. Вернадский**. Изучение геохимической роли живого вещества В. И. Вернадский считал своей основной научной задачей.

**Основой динамического равновесия** и устойчивости биосферы являются **кругооборот веществ и превращение энергии**.

Вернадский выделяет в **биосфере** глубоко отличных и в то же время генетически связанных частей:

- 1) Живое вещество – живые организмы.
- 2) Биогенное вещество – продукты жизнедеятельности живых организмов (каменный уголь, нефть и т.п.).
- 3) Косное вещество – горные породы (минералы, глины...).
- 4) Биокосное вещество – продукты распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами (почвы, ил, природные воды).
- 5) Радиоактивные вещества, получающиеся в результате распада радиоактивных элементов (радий, уран, торий и т.д.).
- 6) Рассеянные атомы (химические элементы), находящиеся в земной коре в рассеянном состоянии.
- 7) Вещество космического происхождения – метеориты, протоны, нейтроны, электроны.

**Живое вещество** – это совокупность и биомасса живых организмов в биосфере. Живое вещество нашей планеты существует в виде огромного множества организмов разнообразных форм и размеров. В настоящее время на Земле существует более 2 млн. организмов, из них 0,5 – растения, 1,5 – растения и микроорганизмы (из них 1 млн. насекомых).

**Суть этого учения:** биосфера – это качественно своеобразная оболочка Земли, развитие которой в значительной мере определяется деятельностью живых организмов.

Биосфера представляет собой результат взаимодействия живой и неживой природы.

Элементы неживой природы связаны воедино с помо-

щью живых организмов (рис.1).

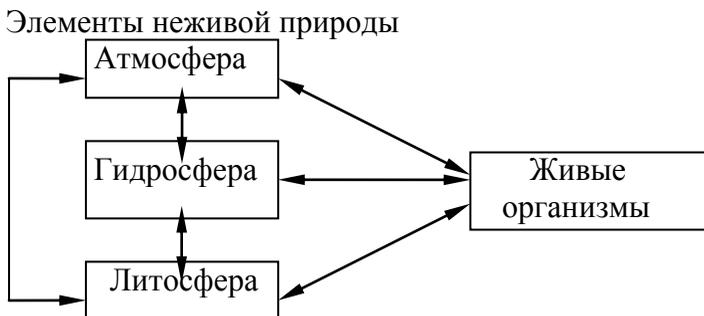


Рисунок 1 Состав биосферы

Нижняя часть биосферы опекается на 3 км на суше и на 2 км ниже дна океана. Верхняя граница – озоновый слой, выше которого УФ излучения солнца исключают органическую жизнь. Основной органической жизни является углерод (С).

Решающее значение в истории образования биосферы имело появление на Земле растений, которые в процессе фотосинтеза синтезируют органические вещества из  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  под действием солнечного света. В результате фотосинтеза ежегодно образуется 100 млрд. тонн органического вещества. Именно благодаря растениям на Земле получили развитие различные виды животных, и осуществляется обмен веществом и энергией между живой и неживой природой.

В процессе развития биосферы выделяют **3 этапа** :

**1) Биосфера** (где человек воздействовал на природу незначительно. Возраст человечества примерно 1,5 млн. лет).

**2) Биотехносфера**

Современная биосфера – это результат длительной эволюции органического мира и неживой природы. Человеческое общество – это один из этапов развития жизни на Земле. Деятельность человека следует рассматривать как составную часть биосферы. Техника – это качественно новый этап ее развития. Возникает вопрос – каким путем пойдет развитие человека и

биосферы в будущем, какими средствами избежать необратимых последствий в природе. Предотвратить изменения невозможно. Очевидно, что следует научиться управлять процессами между человеком и природой так, чтобы они были взаимовыгодны.

### 3) **Ноосфера** – сфера разума.

Это понятие ввел французский математик и философ Ле-Руа в 1927 году, а обосновал Вернадский в 1944 г. Это высшая стадия развития биосферы, когда разумная деятельность человека становится главным, определяющим фактором развития. В ноосфере человек становится крупной геологической силой, он перестраивает своим трудом и мыслью область своей жизни. Человек неразрывно связан с биосферой, уйти из нее не может. Его существование – есть функция биосферы, которую он неизбежно изменяет.

При этом воздействие человека на биосферу приняло глобальный характер и на Земле не осталось ни одного участка суши или моря, где нельзя было бы обнаружить следов деятельности человека. Это ставит под угрозу возможность поддержания стабильности в биосфере. Основные негативные моменты воздействия человека на нашу планету, по В.И. Вернадскому, заключаются в следующем:

1. Возрастание количества механически извлекаемого материала земной коры. Геохимическая деятельность человека становится сравнимой по масштабам с биологическими и геологическими процессами.

2. Массовое потребление (сжигание) продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох (нефти, газа, каменного угля и пр.).

3. Рассеивание энергии, в отличие от ее накопления в биосфере до появления человека.

4. Образование в больших количествах веществ, ранее в биосфере отсутствовавших (чистые металлы, пластмассы и др.).

5. Создание и развитие ядерной энергетики.

6. Расширение границ биосферы за пределы Земли.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что входит в состав биосферы?

2. Что Вернадский называет генетически связанными частями биосферы, перечислите, приведите примеры?
3. В чем состоит суть учения о биосфере?
4. Этапы развития биосферы по Вернадскому?
5. Каким образом живое вещество обеспечивает механизм устойчивого функционирования биосферы?

**Задание 1.** Обоснуйте границы биосферы в пределах атмосферы, гидросферы, литосферы. Отметьте границы биосферы (верхняя граница в атмосфере, нижняя граница в океане, нижняя граница в земной коре) на рисунке 2.

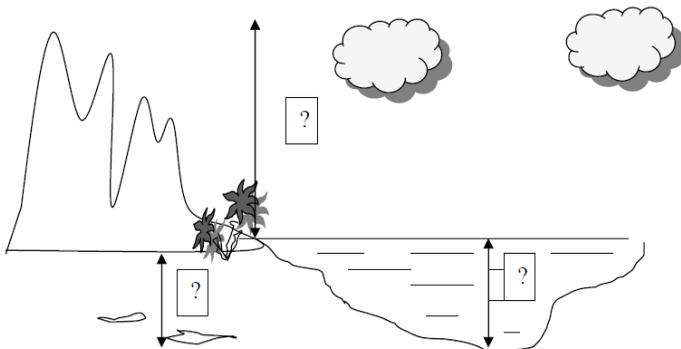


Рисунок 2 Границы биосферы

### Практическое занятие № 3

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Экологические факторы** – это те элементы среды обитания, которые прямо или косвенно способны оказывать воздействие на организм хотя бы на протяжении одной из фаз его индивидуального развития (часто используют синонимы – факторы среды или просто факторы).

Число экологических факторов представляется потенциально неограниченным, что создает определенные трудности при их классификации. Поэтому для классификации экологических факторов используют различные признаки, учитывающие

как многообразии этих факторов, так и их свойства.

*По значимости для организма* все многообразие экологических факторов можно разделить на две группы:

– условия существования (или условия жизни) – это те экологические факторы, без которых организм существовать не может и с которыми он находится в неразрывном единстве. Отсутствие хотя бы одного из этих факторов приводит к гибели организма;

– второстепенные факторы – это те экологические факторы, которые не являются жизненно важными, но могут изменять существование организма, улучшая или ухудшая его.

*По отношению к экосистеме* экологические факторы можно разделить на:

– внешние – они не входят в состав системы, например, солнечная радиация, атмосферные осадки, атмосферное давление, скорость ветра и течений и т. д.;

– внутренние – входят в состав системы: численность и биомасса отдельных популяций, количество пищи.

*По периодичности наступления:*

– периодические (смена времён года, дня и ночи, приливы – отливы);

– непериодические (попадание загрязнителя, внезапный заморозок).

*По критерию «жизни»* экологические факторы делят на: биотические, абиотические и антропогенные.

– Биотические – совокупность факторов среды, происхождение которых связано с деятельностью ныне существующих живых организмов: взаимоотношения живых существ, выделяемые ими вещества и т. п.

– Абиотические – совокупность факторов среды, происхождение которых не связано с деятельностью ныне существующих живых организмов: температура, солёность воды, ветер и т. п.

– Антропогенные – совокупность экологических факторов и воздействий, обусловленных человеческой деятельностью: свалки, выброс промышленных загрязнителей, разрушение естественных биоценозов.

Антропогенные факторы обычно противопоставляют

естественным факторам, к которым относят биотические и абиотические.

**Биотические факторы** включают различные типы взаимодействий между особями одного или разных видов.

Взаимоотношения организмов разных видов бывают следующих типов:

– *Нейтрализм*: нейтральный тип взаимоотношений организмов разных видов, при котором они никак не влияют друг на друга, но зависят от состояния сообщества, в котором живут. Пример: заяц и соловей.

– *Симбиоз*: совместное существование организмов разных видов, при котором оба партнера получают какие-либо выгоды. Пример: поселение среди шупалец актиний некоторых видов рыб.

– *Комменсализм*: совместное существование организмов разных видов, при котором прямую пользу получает только один из них. Но при этом для второго вида присутствие комменсала не наносит вреда. Поселение морских желудей на панцирях крабов.

– *Паразитизм*: форма взаимоотношений организмов разных видов, носящая антагонистический характер, когда один из них (паразит) использует другого (хозяина) в качестве среды обитания и источника пищи.

– *Хищничество*: форма взаимоотношений организмов разных видов, при которой один (хищник) поедает другого (жертву). Хищник при этом крупнее жертвы.

– *Конкуренция*: прямое взаимное подавление двух видов. Овес и пырей.

– *Аменсализм*: один вид подавляет другой, а сам при этом не страдает. Светлюбивые растения под пологом леса.

– *Мутуализм*: два организма не могут обойтись друг без друга. Водоросль и гриб в лишайниках, некоторые бактерии и жвачные млекопитающие.

**Абиотические факторы** (их происхождение не связано с деятельностью ныне существующих живых организмов).

Если представить график, на котором по оси «х» отложим значения какого-либо фактора, а по оси «у» – активность

жизненных процессов организма, то обнаружим, что график будет иметь вид выпуклой кривой, (рис.1).

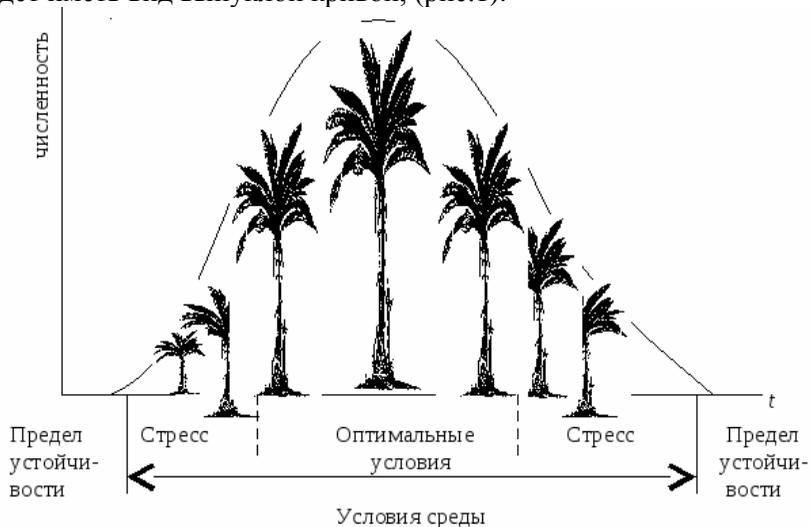


Рисунок 1 Экологическая кривая

Диапазон значений фактора, при которых организм чувствует наиболее комфортно, называется *зоной оптимума*, при которых его жизнедеятельность угнетена — *зоной пессимума*, а величины фактора, при которых наступает гибель — *летальными*.

Диапазон между минимальным и максимальным значением какого-либо экологического фактора принято называть *пределами* или *диапазоном толерантности*.

Если вид имеет широкий диапазон толерантности по большинству факторов среды, его называют эврибионтным, а если — узкий, то — стенобионтным. Эврибионтные организмы: серебряный карась, шакал. Стенобионтные организмы: белый медведь. Если вид имеет широкий диапазон толерантности по какому-то конкретному фактору, то к названию этого фактора прибавляют слово «эври», а если узкий «стено». Например, русский осетр — эвригалинный вид рыб, кораллы — стеногалинные организмы. Виды с очень широким диапазоном толерантности называются *убиквистами*. Такие виды встречаются по всей планете. Например, домашняя муха.

Важное место среди экологических факторов принадлежит т. н. *лимитирующим факторам*, т.е. факторам, ограничивающим развитие организма. Идея о том, что выносливость организма определяется самым слабым звеном среди всех его потребностей, впервые была высказана немецким агрономом Ю. Либихом в 1840 г. Он сформулировал принцип, который известен как *закон минимума Либиха*: стойкость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей.

Если количество и качество экологических факторов близко к необходимому организму минимуму, он выживает, если меньше этого минимума, организм гибнет.

Впоследствии выводы Либиха были дополнены представлениями о том, что наравне с недостатком фактора, негативным может быть и влияние его избытка, т. е. максимума фактора. Эти представления нашли своё отражение в *законе толерантности Шелфорда*: лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического влияния.

Некоторые факторы, действуя совместно, могут усиливать или ослаблять влияние друг друга. Например, действие отрицательной температуры усиливается действием ветра или влажности, два неядовитых вещества, смешавшись друг с другом, могут стать ядом. Но полностью действие одного фактора действием другого заменено быть не может. Это правило нашло отражение в *законе независимости факторов Вильямса*: условия жизни равнозначны, ни один из факторов жизни не может быть заменён другим.

В процессе эволюции организмы приспособились к действию факторов среды за счёт различных адаптации.

*Адаптациями* называются эволюционно выработанные и наследственно закреплённые особенности живых организмов, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность в условиях постоянного воздействия факторов среды.

Выделяют адаптации:

–*физиологические*: изменения в характере протекания физиологических процессов: более высокая кислородная ём-

кость крови у донных рыб по сравнению с обитателями толщи воды;

- *биохимические*: изменения в обмене веществ организма: накопление сахаров в тканях растений средней полосы осенью;

- *поведенческие*: изменения в поведении: сезонные перелёты птиц, впадение в спячку;

- *морфологические*: изменение внешнего облика: колючки кактусов.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

**Задание 1.** 1. Распределите экологические факторы в таблицу: температура, давление воды, судоходство, скорость течения, влажность, симбиоз, каннибализм, солнечный свет, осадки, содержание в воде углекислого газа, отношения хищник – жертва, ветер, структура почвы, работа автотранспорта, мутуализм, наличие травянистой растительности, строительство плотин, содержание в воздухе кислорода.

Абиотические факторы	Биотические факторы	Антропогенные факторы

**Задание 2.** Абиотические условия среды связаны между собой законом лимитирующих факторов: даже единственный фактор за пределами зоны своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма и в пределе – к его гибели. Применив объяснения этих терминов, приведите примеры.

**Задание 3.** Приведите примеры приспособления известных вам растений и животных к окружающей среде. Проанализировав различные примеры адаптации к конкретным условиям среды, попробуйте их классифицировать и объяснить, какие функции они выполняют (например, покровительственная окраска насекомых выполняет защитную функцию). Приведите примеры приспособлений, выполняющих разнообразные функции.

**Задание 4.** Функциональная структура окружающей среды во многом определяется характером взаимоотношений организмов. Соотнесите два вида информации: 1) виды организмов и

2) характер их жизнеобеспечивающего взаимодействия между собой. В этом задании объедините между собой цифры и буквы.

Характер взаимоотношений организмов:

- 1 – хищничество;
- 2 – конкуренция;
- 3 – межвидовая помощь;
- 4 – симбиоз;
- 5 – мутуализм;
- 6 – нейтрализм;
- 7 – паразитизм;
- 8 – аменсализм;
- 9 – комменсализм.

Виды организмов:

- А – блохи на теле кошки;
- Б – лисица поедает мышевидных грызунов;
- В – бабочка питается нектаром цветковых растений;
- Г – сосна и гриб масленок;
- Д – лиана и пальма;
- Ж – акулы и рыбы–прилипалы;
- З – ель и рябина;
- И – тля и муравьи;
- К – лев и антилопа;
- Л – рак–отшельник и актиния;
- М – корова и глисты;
- Н – крот и воробей.

## Практическое занятие № 4

### ЭКОСИСТЕМЫ И БИОЦЕНОЗЫ

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

**Экосистема** –любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ.

**Биоценоз** (от греч. bios –жизнь и koinos –общий) – совокупность живых организмов, населяющих участок среды с более или менее однородными условиями.

**Биогеоценоз** –территориально однородная совокупность наземного биоценоза и условий среды его обитания. Выделение водных биогеоценозов некорректно.

**Биотоп** или **экотон** –(от греч. topos –место) – пространство, занимаемое биоценозом.

ЭКОСИСТЕМА = БИОТОП + БИОЦЕНОЗ

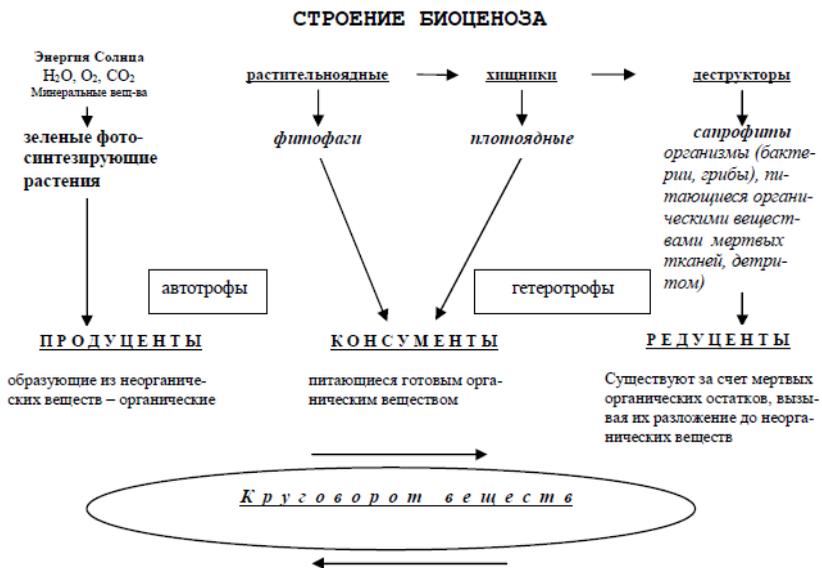


Рисунок 1 Структура биоценоза

В зависимости от размеров выделяют:

- микроэкосистемы (ствол гниющего дерева, аквариум);
- мезоэкосистемы (лес, пруд, озеро);
- макроэкосистемы (моря, океаны, континенты);
- глобальные экосистемы (планета Земля).

По степени хозяйственного использования экосистемы делятся на естественные, модифицированные, трансформированные и искусственные:

1. Естественные: не изменены деятельностью человека
2. Модифицированные: изменились под действием человека
3. Трансформированные: сильно изменены человеком
4. Искусственные: созданы человеком.

*По месту расположения* экосистемы. разделяют на:

- наземные;
- водные, которые в свою очередь, делятся на пресноводные и морские.

### **Наземные экосистемы:**

В наземных экосистемах основная часть организмов представлена высшими эволюционными группами организмов: голосеменными и покрытосеменными растениями, насекомыми, птицами и млекопитающими.

Продуценты представлены в основном крупными долгоживущими растениями, поэтому биомасса продуцентов в сравнении с консументами очень большая: 99,2 и 0,8 % соответственно. Функции продуцентов: трофическая + средообразующая. Консументы очень разнообразны. Функции консументов: трофическая, опыление, распространение плодов и семян.

**Трофическая структура** – в пер.с греч – *tropos* – пища, питание, *structura* – строение, порядок.

**Трофическая структура биоценозов** – совокупность устойчивых пищевых связей видов, образующих природные сообщества, или закономерные пищевые отношения между входящими в их состав организмами.

Совокупность наземных экосистем, существующих в однородных ландшафтно–климатических условиях, называется *биоомом*. На планете выделяют следующие основные 9 типов биоомов (основа их формирования – температура и осадки):

– *Тундра*: вегетационный период –2–2,5 месяца, осадков мало, сильные ветра, ночью температура ниже 0° даже летом (кроме 4–5 недель), вечная мерзлота, из растений преобладают мхи и лишайники;

– *Тайга* (северные хвойные леса): сменяют тундру по направлению к югу. Климат довольно суров (холодная зима, прохладное лето), но осадков выпадает значительно больше, чем

в тундре. Растительность представлена хвойными деревьями, мхами и травами. Основные лесообразующие формы – ель, сосна, лиственница и пихта. Это довольно продуктивная зона, так как хвоя сохраняется круглый год. Среди животных много видов, питающихся семенами и хвоей. Большое количество снегами используется животными зимой для зарывания (сохранение тепла, защита от хищников);

– *Листопадные леса умеренной зоны*: произрастают южнее тайги, в условиях более мягкого климата. Здесь выпадает довольно много осадков (700–1500 мм/год), четко выражены сезоны. Среди деревьев преобладают бук и дуб. Благодаря опадению листьев образуется мощная листовая подстилка, позволяющая перезимовать многим мелким животным (насекомым). Из-за хорошего развития кустарников, формируется сложная ярусность, позволяющая обитать множеству различных видов животных, особенно птиц;

– *Степи умеренной зоны*: это открытые пространства между лесами и пустынями с количеством осадков от 250 до 700 мм/год. Они занимают обширные пространства в Евразии, Северной Америке (прерии), Южной Америке (пампасы), Австралии (туссоки). Из растительности здесь преобладают злаки, кустарники и эфемеры. Животные в степях обычно ведут стадный или колониальный образ жизни;

– *Пустыни*: занимают огромные пространства в Африке, Азии, Америке, Австралии. Осадков здесь выпадает менее 250 мм/год. Растительность разрежена, представлена эфемерами, а также растениями, способными накапливать влагу в теле – суккулентами. Корневая система у растений пустыни обычно очень мощная, способна проникать глубоко в грунт (у саксаула корни проникают на глубину 20 м). Животные из-за малого количества корма держатся в одиночку или парами. Многие ведут сумеречно-ночной и роющий образ жизни. Ряд видов накапливает в теле жир, при расщеплении которого выделяется влага (верблюды – в горбу, тушканчики и песчанки в хвосте);

– *Чапаралли*: это территории с мягким умеренным климатом в Мексике, Калифорнии, Колхидской низменности, Средиземноморье. Количество осадков 500–700 мм/год, они выпадают в основном в период теплой зимы. Деревья –

вечнозеленые – лавр, дубы, эвкалипты, можжевельники. Среди растений много злаков, также деревьев и кустарников с жесткими листьями;

– *Тропические степи и саванны*: охватывают теплые области центральной Африки, Южной Америки и Австралии. Количество осадков – 900–1500 мм/год. Деревья – отдельно стоящие, между ними произрастает густая растительность с большим количеством злаков. Очень много крупных млекопитающих антилопы, зебры, жирафы, львы, гепарды и рептилий – змей и ящериц;

– *Листопадные тропические леса*: количество осадков 800–1300 мм/год, но они выпадают неравномерно, поэтому 4–6 месяцев в году здесь длится сухой период, в который происходит листопад. Характерны для тропической части Азии и Центральной Америки.

– *Вечнозеленые тропические леса*: расположены вдоль экватора, где выпадает 2000–2500 мм/год осадков. Очень богаты растениями и животными. Например, на нескольких гектарах здесь можно встретить столько видов растений, сколько нет во всей флоре Европы. Один из энтомологов сказал, что в этой зоне за день проще поймать по одной бабочке 100 видов, чем 100 бабочек одного вида.

### **Водные экосистемы.**

Основная часть организмов в водных экосистемах представлена низшими эволюционными группами: водорослями, червями, ракообразными и рыбами. Продуценты представлены в основном мелкими короткоживущими растениями водорослями, поэтому их биомасса в сравнении с консументами невелика. Функции продуцентов: трофическая + средообразующая. Консументы очень разнообразны, среди них много мелких видов.

*Пресноводные экосистемы* включают:

– лентические экосистемы – это стоячие воды (озера, водохранилища и пруды);

– лотические экосистемы – это текущие воды (реки, ручьи и родники);

– болотные экосистемы.

*Морские экосистемы* включают:

– Экосистемы шельфа. Занимают прибрежную часть мо-

рей и океанов до глубины 200 м. На шельф приходится 8 % площади Мирового океана, но при этом он даёт человеку почти 90 % всех добываемых из моря гидробионтов. Этот факт обусловлен попаданием с суши больших количеств питательных веществ. Вода на шельфе обычно немного опреснена в сравнении с типичной морской (20–30 промилле). Здесь хорошо выражено действие волн и течений. Одновременно шельф – самая загрязнённая из морских экосистем;

– Апвеллинговые экосистемы. Апвеллинг это подъём холодных глубинных вод в верхние слои океанов и морей, сопровождающийся замещением ими поверхностных тёплых водных масс. Апвеллинговые экосистемы наиболее продуктивные морские экосистемы, т. к. поднимающиеся воды несут большое количество питательных веществ и кислорода. Наиболее известны Перуанский, Калифорнийский, Канарский и Сомалийский апвеллинги;

– Экосистемы открытого океана. Характеризуются очень прозрачной водой. Концентрации загрязнителей здесь низки. Малопродуктивные экосистемы, т. к. здесь мало питательных веществ.

– Экосистемы глубоководных зон. Характеризуются отсутствием света, низкой температурой воды. Самые малопродуктивные экосистемы из-за отсутствия света и питательных веществ.

– Лиманы. Возникают на стыке морей и рек. Характеризуются малыми глубинами, сильным прогревом воды, высокой мутностью, нестабильностью химического и температурного режимов. Но концентрация питательных веществ очень высока, поэтому лиманы имеют высокую продуктивность. Они же используются как нерестово–нагульные акватории многими видами рыб.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

**Задание 1.** Растения и животные, входящие в состав биоценоза, связаны между собой даже теснее, чем особи одного вида. Это особенно ярко проявляется на примере **трофических** (т. е. **пищевых**) связей.

**1.1.** Выполните простое упражнение: какая из приведённых ниже пищевых цепей составлена правильно:

- 1) гадюка → лягушка → комар;
- 2) комар → лягушка → гадюка;
- 3) лягушка → комар → гадюка.

**1.2.** Составьте свои примеры пищевых цепей для экосистемы: а) луга; б) тайги; в) озера. Укажите, кто в ваших примерах является продуцентами, консументами.

**1.3.** Сколько звеньев может быть в пищевых цепях и от чего зависит их число?

**Задание 2.** В таблице перечислены некоторые известные Вам растения и животные. Разделите их в зависимости от экологической роли, выполняемой ими в биоценозах и экосистемах:

Организм	Продуцент	Консумент 1 порядка	Консумент 2 порядка	Редуцент
<i>Пантера</i>				
<i>Сокол-тетеревиатник</i>				
<i>Картофель</i>				
<i>Яблоня</i>				
<i>Дождевой червь</i>				
<i>Человек разумный</i>				
<i>Лось</i>				
<i>Стрекоза коромысло</i>				
<i>Цапля</i>				
<i>Божья коровка</i>				
<i>Колорадский жук</i>				
<i>Бактерии</i>				
<i>Дельфины</i>				
<i>Одноклеточные водоросли</i>				

**Задание 3.** Как известно, биоценозам и экосистемам свойственна сукцессия – последовательная необратимая смена биоценозов, преемственно возникающих на одной территории в

результате влияния природных или антропогенных факторов. Ряд сукцессии для вырубki на месте ельника будет выглядеть следующим образом: еловая вырубка > травы > травы и кустарники > широколиственный лес > смешанный лес > еловый лес.

Составьте ряды сукцессии для следующих экосистем: *заброшенное пшеничное поле, озеро, избыточно орошаемое поле, остывшая после извержения вулкана лава.*

**Задание 4.** Какое из выражений правильное: «биоценоз города Краснодара» или «экосистема города Краснодара» и почему?

**Задание 5.** Какие из перечисленных экосистем относятся к микроэкосистемам, мезоэкосистемам и макроэкосистемам: *экосистема оз. Старая Кубань, экосистема дендрария КБАУ, экосистема Чёрного моря, экосистема Северной Америки, экосистема реки Кирпили, экосистема грядки, экосистема пшеничного поля, экосистема упавшего дерева, экосистема Атлантического океана.*

## Практическое занятие № 5

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ

#### Планирование и прогнозирование взаимодействия общества и природы

Прогнозирование ситуации всегда преследует какую-либо цель, которая определяет:

1. интервал времени;
2. точность, предъявляемую к результатам прогноза на указанном интервале времени.

Следствием этого является необходимая степень детализации представлений о рассматриваемых в состоянии с поставленной целью процессах.

**Необходимые этапы** научного исследования любого процесса, протекающего в природе:

1. Построение модели исследуемого процесса.

2. Формулировка ограничений, которые характерны для исследуемого процесса в терминах построения модели, формулировка цели исследования.

Реализация указанных этапов совместно приводит к построению модели исследуемого процесса.

Проведение такого исследования связано с большими трудностями.

1. необходимость иметь возможность и средства для построения с требуемой точностью прогноза развития окружающей среды под влиянием на нее воздействий.

2. необходимо знание внутренних закономерностей социального развития, знание эволюции социальных целей, определяющих тот или иной тип воздействия человека на окружающую среду.

3. необходимо понимание влияния возможных изменений в окружающей среде и закономерности развития общества.

Поскольку изменения экологических систем происходили всегда, то факты существенного изменения состояния природы (например, исчезновение некоторых видов животных или растений) являются лишь индикаторами объективного процесса. Следовательно, задача исследования взаимодействия общества и окружающей природы может сводиться к определению условий, при которых такие изменения прекратятся.

**Прогнозы** подразделяются по:

времени:

- сверхкратковременные (до 1 года);
- краткосрочные (до 3–5 лет);
- среднесрочные (до 10–15 лет);
- долгосрочные (до нескольких десятилетий вперед);
- сверхдолгосрочные (на тысячелетия и более вперед).

по масштабам прогнозируемых явлений:

- глобальные (физико–географические);
- региональные (в пределах нескольких стран мира);
- национальные (государственные);
- локальные (край, область, иногда административный

район).

по содержанию: геологические, метеорологические и др.

Все **методы прогнозирования** можно объединить в две

группы: логические и формализованные.

**Логические методы** устанавливают связи между объектами. К этим методам относятся методы индукции, дедукции, аналогии и экспертных оценок.

Методом индукции устанавливают причинные связи предметов и явлений. Индуктивным методом исследование начинают со сбора фактических данных, выявляются черты сходства и различия между объектами и делаются первые попытки обобщения.

При дедуктивном методе идут наоборот, от общего к частному. Этот метод помогает определить стратегию прогнозных исследований.

Метод экспертных оценок используют при отсутствии достоверных сведений об объекте прогноза. Для прогнозирования методом экспертных оценок используют статистические, картографические и др. методы.

Метод аналогий применяют при разработке локальных прогнозов, перенося закономерности развития одного процесса на другой, прогнозируемый.

**Формализованные методы** подразделяются на:

- статистические;
- методы экстраполяции;
- моделирования.

Статистический метод опирается на количественные показатели, которые позволяют сделать вывод о темпах развития процесса в будущем.

Метод экстраполяции представляет собой перенесение установленного характера развития определенной территории или процесса на будущее время.

Метод моделирования – метод исследования сложных объектов, явлений и процессов путем их упрощенного имитирования. Основывается на теории подобия /сходства/ с объектом–аналогом.

## **Системы и принципы экологического законодательства**

Целью экологического законодательства является забота о здоровье, трудовых и бытовых условиях жизни людей. Так,

первостепенное место в земельных отношениях отводится сельскохозяйственному производству, в водных отношениях – питьевому водоснабжению, в лесных – удовлетворению потребностей населения в древесине, другой лесной продукции, усилению водоохраных, санитарно–гигиенических и оздоровительных полезных природных свойств лесов.

Задача законодательства об охране атмосферного воздуха – предотвращение вредных воздействий на атмосферу, вызывающих неблагоприятные последствия для населения.

Экологическое законодательство включает несколько уровней. Основу составляет положения Конституции Российской Федерации:

- о праве каждого на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии, на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением;

- об обязанности каждого сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам;

- об использовании и охране в Российской Федерации земли и других природных ресурсов как основы жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории;

- о поощрении в Российской Федерации деятельности, способствующей экологическому и санитарно–эпидемиологическому благополучию;

- о задаче Правительства РФ обеспечивать проведение в РФ единой государственной политики в области экологии.

Конституцией Российской Федерации определяются субъекты принятия и совершенствования экологического законодательства.

К ведению Российской Федерации, согласно ст. 71 Конституции, наряду с перечисленными выше, относятся в рассматриваемой области:

- регулирование и защита прав и свобод человека и гражданина (в том числе экологических);

- федеральная государственная собственность на природные ресурсы и управление ею;

- производство ядовитых веществ, наркотических ве-

ществ и порядок их использования;

- метеорологическая служба, стандарты (в том числе в области охраны окружающей среды).

Вне пределов ведения Российской Федерации и ее полномочий по предметам совместного ведения РФ и ее субъектов субъекты РФ обладают всей полнотой государственной власти. Это размежевание экологической компетенции "по вертикали" представляется весьма важным для рассмотрения проблем совершенствования и применения экологического законодательства.

Главным актом в области экологии является Закон Российской Федерации "Об охране окружающей природной среды", принятый 19 декабря 1991 г.

Согласно указанному Закону при осуществлении хозяйственной, управленческой и любой иной деятельности государственные органы, предприятия, учреждения и организации, т.е. все юридические и физические лица, обязаны руководствоваться следующими принципами:

- приоритетом охраны жизни и здоровья человека;
- научно–обоснованным сочетанием экологических и экономических интересов общества, обеспечивающих реальные гарантии прав человека на здоровую и благоприятную для жизни окружающую среду;
- рациональным использованием природных ресурсов с учетом законов природы, потенциальных возможностей среды, необходимости воспроизведения природных ресурсов и недопущения необратимых последствий для среды и здоровья человека;
- соблюдением требований природоохранного законодательства, неотвратимостью наступления ответственности за их нарушения;
- гласностью и тесной связью с общественностью в решении экологических задач;
- международным сотрудничеством в области охраны окр. среды.

Развитие научно–технического прогресса и связанная с ним деградация природной среды обусловили необходимость усиления ее охраны, правового регламентирования потребления

отдельных природных компонентов: приняты Земельный (1991) и Водный (1995) кодексы. Закон о недрах (1995), Лесной кодекс (1997), утверждены Закон об охране атмосферного воздуха (1982) и Закон о животном мире (1995).

Таким образом, охране от загрязнения, порчи, повреждения, истощения, разрушения подлежат:

- естественные экологические системы, озоновый слой атмосферы;

- земля, ее недра, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, леса и иная растительность, животный мир, микроорганизмы, генетический фонд, природные ландшафты.

Особой охране подлежат государственные природные заповедники, природные заказники, национальные природные парки, памятники природы, редкие или находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных и места их обитания.

### **Экономические права граждан, ответственность за экологические правонарушения**

Право на благоприятную среду можно отнести к личным правам граждан, т.к. 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.

Негативные явления, препятствующие осуществлению этого права делятся на две группы:

- 1.Объективные. К ним относятся неизбежные последствия научно–технического прогресса с его интенсификацией производства, химизацией сельского хозяйства, ростом городов, транспорта, связи, воздействием на Мировой океан и озоновый слой.

- 2.Субъективные. К ним относятся недостатки управления охраной природы, неразвитость экологического, правового, политического сознания многих граждан, недостаточность их экологической информированности.

В области обеспечения благоприятной среды наиболее

весомыми, эффективными, крупномасштабными гарантиями представляются возможности природопользования граждан, участие в экологических мероприятиях и обсуждений экологических вопросов, обращения в государственные органы.

Общее природопользование осуществляется без разрешений: можно свободно пребывать в лесах, собирать дикорастущие плоды, орехи, грибы, ягоды, производить посевы с/х культур, пользоваться сенокосами, использовать общераспространенные полезные ископаемые, водные объекты, пользоваться водами для отдыха и спорта.

Важен реальный комплекс правовых и иных **гарантий** прав граждан на окружающую природную среду.

Граждане имеют право:

– на возмещение ущерба, причиненного незаконными действиями государственных и общественных организаций, а также должностных лиц при исполнении ими служебных обязанностей;

– на свободное получение полной и достоверной информации о состоянии атмосферного воздуха и вод в регионе, об использовании земли, ее недр, лесов и животного мира.

– на участие в подготовке, принятии, выполнении и контроле за выполнением экологических решений, осуществление которых связано с экологически значимым воздействием на окружающую среду и ее охраной,

Образованным в 1988 году государственным органам охраны природы, комитетам по экологии и их органам на местах предоставлено право:

- налагать запреты на строительство, реконструкцию или расширение объектов промышленного и иного назначения, проведение работ по эксплуатации природных ресурсов и др.;

- предъявлять иски предприятиям и организациям, а также гражданам и иностранным физическим и юридическим лицам о взыскании средств в возмещение ущерба, причиненного государству загрязнением окружающей среды и нерациональным использованием природных ресурсов;

–рассматривать дела об административной ответственности за правонарушения в области охраны природы и использования природных ресурсов.

За экологические правонарушения, т.е. виновные противоправные деяния, нарушающие природоохранное законодательство и причиняющие вред окружающей среде и здоровью человека, должностные лица и граждане несут дисциплинарную, гражданско–правовую, административную или уголовную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации,

Дисциплинарная ответственность в экологической области может иметь широкое распространение, носит перспективный превентивный характер, обладает свойствами быстроты и оперативности наложения, простоты исполнения, легко доходит до сознания и воздействует на волю участников общественных отношений.

Гражданско–правовая ответственность за нарушение природоохранного законодательства заключается в возложении на правонарушителя обязанности возместить потерпевшей стороне имущественный вред в натуре (реальное возмещение) или в денежной форме (убытки). Для исчисления убытков применяется таксовый метод, главной функцией которого является компенсация вреда.

Уголовная ответственность установлена Уголовным кодексом РФ, вступившим в действие 1 января 1997 года, и применяется только судом при совершении преступления. Среди предусмотренных уголовным законодательством преступлений – умышленное уничтожение или существенное повреждение лесных массивов путем поджога, либо в результате небрежного обращения с огнем или источниками повышенной опасности; нарушение ветеринарных правил, повлекшее распространение эпизоотий или иные тяжкие последствия, нарушение правил, установленных для борьбы с вредителями и болезнями растений, повлекшее тяжкие последствия; незаконное занятие рыбными и другими водными добывающими промыслами; незаконная охота; производство лесосплава или взрывных работ с нарушением правил охраны рыбных запасов, незаконный промысел котиков и бобров; нарушение правил разработки недр и сдачи золота; нарушение законодательства о континентальном шельфе. Признаются преступлениями и такие действия, как загрязнение воды и воздуха, загрязнение моря.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Перечислите необходимые этапы научного исследования любого процесса, протекающего в природе.
2. Какие методы прогнозирования вы знаете, дайте им характеристику.
3. Охарактеризуйте систему экологического права.
4. Какой реальный комплекс правовых и иных гарантий прав граждан на окружающую природную среду?
5. Перечислите объекты экологического права.
6. Изложите методы правового регулирования.
7. Охарактеризуйте экологическую функцию государства на современном этапе.
8. Дайте определение экологической безопасности.

### Практическое занятие № 6

#### ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Автомобили на сегодняшний день в России - главная причина загрязнения воздуха в городах. Сейчас в мире их насчитывается более полумиллиарда. Выбросы от автомобилей в городах особенно опасны тем, что загрязняют воздух в основном на уровне 60-90 см от поверхности Земли, и особенно - на участках автотрасс, где стоят светофоры, рис. 1.

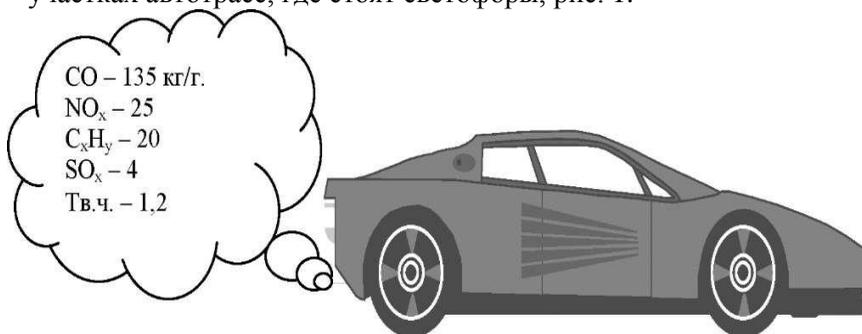


Рисунок 1 Выхлопы загрязняющих веществ от автотранспорта

Особенно много канцерогенных веществ выделяется во время разгона, торможения, при работе двигателя на холостом ходу, а также при езде по ямам и колдобинам.

Таблица –1 Состав выхлопных газов бензиновых и дизельных двигателей (г/мин)

Компоненты выхлопных газов	Бензиновые двигатели	Дизельные двигатели
Оксид углерода CO (II)	0,035	0,017
Оксид углерода CO <sub>2</sub> (IV)	0,217	0,2
Оксиды азота (NO, NO <sub>2</sub> )	0,002	0,001
Сажа	0,04	1,1

В среднем автомобиль выбрасывает в атмосферу (кг/г.): монооксида углерода (CO) - 135, оксидов азота - 25, углеводов - 20, оксидов серы - 4, твердых частиц - 1,2.

Автомобиль в среднем на 1 км пробега выбрасывает в атмосферу 30 г угарного газа ( $R(\text{CO}) = 30 \text{ г/км}$ ), 4 г диоксида азота ( $R(\text{NO}_2) = 4 \text{ г/км}$ ), 2 г бензина ( $R(\text{бензина}) = 2 \text{ г/км}$ ). При холостом ходу на стоянке за 1 мин автомобиль выбрасывает 30 г угарного газа ( $<2(\text{CO}) = 30 \text{ г/мин}$ ). Кроме того, каждый автомобиль в среднем за год выбрасывает в атмосферу 1 кг свинца ( $R(\text{Pb}) = 1 \text{ кг/г.}$ ) в виде пыли.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

**Задание 1.** Проведите учебную исследовательскую работу.

Цель работы:

Оценка и вычисление токсичных продуктов от работы транспорта, оценка характера их действия на живые организмы и окружающую среду.

***Место проведения:*** автотрасса, перекресток-светофор.

Приборы: часы с секундной стрелкой.

Ход работы:

1. Зафиксируйте время -  $t = 10 \text{ мин.}$

2. Определите число машин, останавливающихся у светофора - п.

3. Определите количество переключений:

торможение  
набор скорости  
холостой ход } k

4. Результаты запишите в таблицу:

Таблица – 2 Результаты исследований

Марки машин	t, мин	n	к	m <sub>co</sub>	m <sub>co2</sub>	m <sub>N02</sub>	m <sub>сажи</sub>	M
Легковые								
Грузовые								
Автобус								

Вычислите суммарное загрязнение по формуле (1):

$$M = t * n * k(m_{co} + m_{CO2} + m_{N02} + m_{сажи}) \quad (1).$$

Дайте ответы на следующие вопросы:

1) Сравните выброс токсичных продуктов бензиновых и дизельных двигателей.

2) Как изменяется поверхностный слой воздуха у автотрасс?

3) К чему приводит загрязнение почвы свинцом? сажей?

4) Каковы последствия загрязнения воздуха CO, CO<sub>2</sub>, N0<sub>2</sub>?

Вы можете продолжить исследование самостоятельно. Например, интересно сравнить выброс токсичных продуктов транспортом в разное время дня.

1. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Озоновый слой располагается:

- а) между тропосферой и тропопаузой;
- б) между тропопаузой и стратосферой;
- в) между стратосферой и мезосферой;
- г) между стратопаузой и мезосферой.

2. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Кислотные дожди образуются в результате загрязнения атмосферы:

- а) соединениями серной и азотной кислоты;
- б) соединениями соляной и азотной кислоты;
- в) соединениями сероводорода и диоксида углерода;
- г) соединениями соляной кислоты и оксидов серы.

3. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Смог чаще всего наблюдается:

- а) в сельской местности;
- б) в городах, расположенных в котловинах;
- в) в горной местности;
- г) в городах, расположенных на возвышенностях.

4. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. К постоянным составным частям атмосферы относятся:

- а) кислород, диоксид углерода, водяной пар;
- б) кислород, диоксид углерода, инертные газы;
- в) диоксид углерода, водяной пар;
- г) азот, диоксид углерода, водяной пар.

5. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Наиболее чувствительными к различным загрязнениям воздуха, в особенности к диоксиду серы, являются:

- а) широколиственные деревья;
- б) хвойные породы;
- в) кустарники;
- г) травы.

6. Выберите правильный ответ из предложенных вариантов. Фотооксиданты образуются в атмосфере преимущественно при формировании:

- а) смога Лондонского типа;
- б) смога Лос-Анджелесского типа;
- в) смога Аляскинского типа;
- г) смога всех типов.

7. Почему охрана атмосферного воздуха считается ключевой проблемой оздоровления окружающей среды? Ответ обоснуйте.

## ВЫБРОСЫ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Ежегодно выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников, расположенных на территории Российской Федерации составляют примерно 60% от общего объема выбросов. К основным вредным веществам, попадающим в атмосферу подобным образом относятся: диоксид серы, оксиды азота, оксиды углерода, твердые вещества, углеводороды, летучие органические соединения. Кроме того, около 2% составляют специфические вредные вещества с достаточно высокой токсичностью: сероуглерод, фтористые соединения, бензапирен, сероводород и др.

Основная часть промышленных выбросов от стационарных источников приходится на европейскую территорию России - около 65%.

Загрязняют атмосферу и стационарные установки железнодорожных промышленных предприятий.

Инвентаризация стационарных источников выбросов вредных веществ показала, что почти 90% вредных веществ приходится на тепловые и теплосиловые установки (маломощные котельные). Наибольшее количество вредных выбросов поступает в атмосферный воздух от гражданских сооружений, вагонных и локомотивных депо, на которых слишком мало установлено сооружений, обеспечивающих улавливание вредных выбросов.

Стационарные тепловые агрегаты делятся на энергетические, энерготехнологические и технологические.

К *энергетическим установкам* относятся малые котельные, газовые турбины, установки по газификации топлива, топки паровозов, двигатели внутреннего сгорания. Токсичность уходящих газов энергетических установок определяется вредными веществами при сгорании топлива. Доля вредных веществ в суммарном уровне токсичности уходящих газов свыше 90%.

*Энерготехнологические установки* - установки для термообработки, нагревательные кузнечные печи, сушильные уста-

новки. Токсичность уходящих газов энерготехнологических установок определяется как вредными веществами при сгорании топлива, так и в результате тепловых технологических процессов. Доля вредных веществ составляет 30...50%.

*Технологические установки* - установки для плавки и литья (вагранки), дуговые и индукционные установки, пескосушильные печи, устройства для подогрева растворов и расплавов. Для технологических установок токсичность уходящих газов на 90% определяется содержанием в них пыли, сернистого ангидрида, силикатных частиц и др.

При сжигании топлива образуются выбросы вредных веществ, состоящих из золы и несгоревшего топлива, окислов серы, азота и углерода.

1. Количество золы и несгоревшего топлива, выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, определяется по формуле (1):

$$M_3 = (B \cdot A_p) / (100 - C_{\text{вн}}) \cdot a_{\text{вн}} \cdot (1 - \eta_3), \text{ г/с} \quad (1)$$

где:  $A_p$  - зольность топлива на рабочую массу, %;

$C_{\text{вн}}$  - содержание горючих веществ в уносе, %;

$a_{\text{вн}}$  - доля золы топлива в уносе;

$\eta_3$  - доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителе;

$B$  - секундный расход топлива, г/с.

Основные данные по составу и теплоте сгорания различных видов топлива приведены в таблице 1. Как следует из нее, зольность твердого топлива  $A_p$  может составлять от 2 до 80%.

Содержание горючих веществ в уносе  $C_{\text{вн}}$  зависит от конструкции котельных агрегатов и составляет от 10 до 70%.

Доля золы топлива в уносе  $a_{\text{вн}}$ , составляет от 0,6 до 0,7. КПД золоуловителя  $\eta_3$  зависит от их конструкции и равен от 0,6 до 0,97.

2. Суммарный выброс оксидов серы  $\text{SO}_2$  зависит только от содержания ее в топливе и практически не связан с конструкцией котлов агрегата и организацией топочного процесса.

Выбросы сернистого ангидрида  $SO_2$  определяется по формуле (2):

$$M_{SO_2} = 0,02 S^p_{\text{общ}} \cdot B \cdot (1 - \eta'_{so}) \cdot (1 - \eta''_{so}), \text{ г/с} \quad (2)$$

где:  $S^p_{\text{общ}}$  - содержание серы в топливе на рабочую массу, %;

$\eta'_{so}$  - доля окислов серы, связываемая летучей золой в котле, зависит от вида топлива: для торфа  $\eta'_{so} = 0,15$ ; для сланцев  $\eta'_{so} =$  от 0,5 до 0,8; для углей  $\eta'_{so} =$  от 0,1 до 0,5; для мазута  $\eta'_{so} = 0,02$ .

$\eta''_{so}$  - доля окислов серы, улавливаемых в золоуловителе совместно с улавливанием твердых частиц; при отсутствии золоуловителей  $\eta''_{so}$  принимается равной 0, при работе золоуловителей  $\eta''_{so} =$  от 0,01 до 0,2.

3. Количество оксидов азота, выбрасываемых в атмосферу с дымовым газом при сжигании всех видов топлива, определяется по формуле (3):

$$M_{NO_2} = 0,34 \cdot 10^{-7} \cdot K \cdot B \cdot G^p_n (1 - g_n/100) \cdot \beta_1 (1 - E_{1r}) \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot E_2, \text{ г/с} \quad (3)$$

где:  $\beta_1$  - коэффициент, учитывающий влияние качества топлива на выход окислов азота и рассчитываемый для энергетических котлов на твердом топливе по формуле (4):

$$\beta_1 = 0,178 + 0,47N^f, \quad (4)$$

При сжигании жидкого и газообразного топлива коэффициент  $\beta_1 \approx$  от 0,7 до 1,0:

$$N^f = 100N^p / (100 - W^p - A^p), \quad (5)$$

где  $N^f$  - содержание азота на горючую массу топлива, %;

$N^p$ ,  $W^p$ ,  $A^p$  - содержание азота, влаги и золы на рабочую массу, %;

$\beta_2$  - коэффициент, учитывающий конструкцию горелок (для вихревых горелок  $\beta_2 = 1$ );

$\beta_3$  - коэффициент, учитывающий вид шлакоудаления ( $\beta_3 = 1$ );

- $r$  - степень рециркуляции дымовых газов, %. Для твердых топлив степень рециркуляции обычно находится в пределах от 15 до 20%, для газа и мазута от 20 до 30%;
- $E_1$  - коэффициент, характеризующий влияние способа подвода рециркуляционных газов в топку на образование окислов азота, при сжигании газа и мазута  $E_1 =$  от 0,002 до 0,03, при сжигании твердого топлива  $E_1 =$  от 0,005 до 0,01;
- $E_2$  - коэффициент, учитывающий снижение выбросов окислов азота при ступенчатом подводе воздуха,  $E_2 =$  от 0,65 до 0,96;
- $K$  - выход окислов азота, кг/т усл. топлива. Для котлов паропроизводительностью  $G$  до 70 т/ч (6):

$$K = (3,5 \cdot G) / 70, \quad (6)$$

где:  $G$ , - номинальная тепловая производительность котла, ГДж/ч.

Количество двуокиси азота равно (7):

$$M_{NO_2} = 0,8 M'_{NO_2}, \quad (7)$$

Количество окиси азота равно (8):

$$M_{NO} = 0,13 M'_{NO_2}, \quad (8)$$

4. Количество окиси углерода, выбрасываемое с дымовыми газами, определяется по формуле (9):

$$M_{CO} = 0,001 \cdot C_{CO} \cdot V \cdot (1 - g_H / 100), \quad (9)$$

где:  $C_{CO}$  - выход оксида углерода, кг/т, кг/тыс.м<sup>3</sup> определяется по формуле (10):

$$C_{CO} = (g_3 \cdot R \cdot G^p_n) / 1013 \quad (10)$$

где  $R$  - коэффициент, учитывающий долю потери теплоты из-за химической неполноты сгорания топлива:  $R = 1$  - для

твердого топлива;  $R = 0,65$  - для жидкого топлива (мазута);  $R = 0,5$  - для газообразного топлива;

$g_n$  - потери теплоты от механической неполноты сгорания, %,  $g_n =$  от 2 до 5 %.

$g_3$  - потери тепла от химической неполноты сгорания,  $g_3 =$  от 0,5 до 2% - для твердого топлива,  $g_3 =$  от 0 до 0,15% - для газа и мазута;

$G_n^p$  - теплота сгорания топлива, кДж/кг.

Таблица 1 – Состав топлива

Топливо	Состав рабочей массы, %					Влаж- W <sup>p</sup> , %	Золь- A <sup>p</sup> , %
	C <sup>p</sup>	H <sup>p</sup>	O <sup>p</sup>	N <sup>p</sup>	S <sub>общ</sub> <sup>p</sup>		
Торф	26	2,6	14,5	1,1	0,2	40-60	4-7,5
Бурый уголь	25,5-30,9	1,6-2,4	6-10	0,4	0,2-1,5	15-60	7,5-40
Каменный	40-43	2,7-3,3	5,4-9	0,7	0,2-3,8	10-20	15-48
Антрацит	67-70	1,5-3	1,5-3	0,7	0,4-1,5	5-10	10-24
Горючие сланцы	15-17	2-2,5	2,5-4	0,2	1,2-3,8	15-25	30-80
Мазут	82-83,5	9,5-10	0,47-0,7	0,47-0,7	0,48-2,8	2-4	1,8-2,9

Примечание: для перевода  $G_n^p$  из ккал/кг в кДж/кг необходимо величину умножить на 4,187.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

На станции установлено 6 котлов паропроизводительность каждого  $G = 1$  т/ч, в которых сжигается топливо, с низшей теплотой сгорания  $G_n^p =$  \_\_\_\_\_. Расход топлива на один котел  $V =$  \_\_\_\_\_. Сооружения по снижению вредных выбросов в атмосферу (золоуловители). Необходимо определить:

1. Количество вредных выбросов при сжигании топлива (золы, оксида серы, оксида и диоксида азота, оксида углерода) в одном котле.

2. Годовые выбросы вредных веществ при сжигании топлива \_\_\_\_ (золы, оксида серы, оксида и диоксида азота, оксида углерода) в во всей установке (6 котлов).

3. Определить процентное соотношения годовых выбросов вредных веществ поступающих в атмосферу от всей установки от массы сгоревшего топлива \_\_\_\_\_ во всей установки на станции (6 котлов).

Сделать вывод о проделанной работе по всем пунктам расчета и о экологической безопасности используемого топлива на станции.

Варианты заданий для решения задач представлены в приложении А.

## Практическое занятие № 8

### РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УЩЕРБА, НАНОСИМОГО ДЕЙСТВИЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Под экономическим ущербом, наносимым окружающей среде, понимаются выраженные в стоимостной форме фактические и возможные убытки, причиняемые народному хозяйству загрязнением окружающей среды, или дополнительные затраты на компенсацию этих убытков.

Сокращение доходов общества возможно в результате:

– ухудшения природного ресурса или вредного влияния на него загрязнения;

– снижается выживаемость живых организмов.

– обработки более ценных месторождений недр или их некомплектного использования, с направлением ценных компонентов в отвалы, перехода к залежам, менее богатым или расположенным на большой глубине либо дальше от места переработки.

Таким образом, может быть посчитана общая сумма

ущербов, нанесенных загрязнением окружающей среде, основным и оборотным фондам, а также общая сумма уменьшения доходов.

Методические основы исчисления эффективности затрат на охрану природы, критерии и показатели эффективности приведены во Временной типовой методике научного совета АН РФ по проблеме «Экономическая эффективность основных фондов, капитальных вложений и новой техники».

Согласно этой методике, для определения ущерба в зависимости от цели расчета, предлагается использовать

1) Метод прямого счета, позволяющий получить более достоверные значения экономического ущерба. В расчетах при этом учитываются конкретные типы и формы нарушений и загрязнений компонентов природной среды, характерные для данного предприятия, и дается оценка их негативных последствий в отдельных подразделениях и отраслях народного хозяйства.

2) Эмпирический (укрупненный) метод расчета экономического ущерба может осуществляться только на начальных этапах проведения исследований по определению направлений в природоохранной деятельности.

Примеры расчета экономического ущерба эмпирическим методом.

Полный годовой экономический ущерб от загрязнения «У» (руб) определяется по формуле (1):

$$U = U_3 * b * Q_M, \quad (1)$$

где  $U_3$  – удельный ущерб от загрязнения окружающей среды на единицу выбросов, руб/т;

$b$  – масса выбросов на единицу продукции, т/т;

$Q_M$  – годовой выпуск продукции (металла), т.

Экономическая оценка удельного ущерба « $U_{атм}$ » (руб/год), подчиняемого выбросом загрязнений в атмосферный воздух для источника, определяется по формуле (2):

$$U_{атм} = \gamma * \sigma * f * M, \quad (2)$$

где  $\gamma$  – константа, численное значение которой равно 2,4 руб/усл.т (константа может меняться в зависимости от инфляции (роста) цен);

$\sigma$  – коэффициент относительной опасности, зависящий от типа территории (в методике он принят равным: для курортов и заповедников – 10, для пригородных зон и зон отдыха – 8, для лесов – от 0,2 до 0,0025, для пашен – 0,25, садов – 0,5);

$f$  – безразмерный множитель, учитывающий характер рассеивания примеси в атмосфере. Его величина зависит от скорости оседания частиц, высоты их выбросов от земли, температуры газа (в частности, для частиц, оседающих со скоростью 1 – 20 см/сек, она находится в пределах 0,89 – 4; для частиц, оседающих со скоростью менее 1 см/сек – в пределах 1 – 0,08).

$m$  – масса годового выброса загрязнений от источника, усл.т/год.

Помимо экономического ущерба необходимо учитывать социальный ущерб. К нему относится ущерб, наносимый здоровью загрязненным воздухом, загрязнением воды, различными шумами и т.п. Все это ведет росту заболеваемости.

В ст 29 «Декларации прав и свобод человека» записано: «Человек имеет право на благоприятную среду и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим нарушением».

Задача ученых – разработать методику по более достоверному определению влияния загрязненной окружающей среды на здоровье населения и сохранность их имущества.

В настоящее время из-за отсутствия такой методики социальный ущерб частично может быть оценен экономическими показателями. Так, можно определить прямые расходы на здравоохранение и социальное обеспечение: затраты на лечение (амбулаторное и стационарное), оплату больничных листов, а также потери производства от невыходов на работу и снижения производства продукции.

При расчете эффективности мер по борьбе с загрязнением, необходимо сопоставлять возможный ущерб, наносимый

загрязнением окружающей среде, с капитальными вложениями и текущими затратами, необходимыми для его ликвидации.

#### ЗАДАНИЕ 1.

Рассчитать годовой экономический ущерб от загрязнения, если

- удельный ущерб от загрязнения окружающей среды на единицу выбросов ( $Y_3, p/t$ );
- масса выбросов на единицу продукции ( $b, t/t$ );
- годовой выпуск продукции ( $Q_m, t$ ).

#### ЗАДАНИЕ 2.

Рассчитать экономическую оценку удельного ущерба методом укрупненного счета если

- константа ( $\gamma = 2,4$  руб/усл.т), но произошел рост цен на величину ( $b$ );
- тип территории;
- безразмерный множитель ( $f$ );
- масса годового выброса загрязнений из источника ( $m, t$ ).

Варианты заданий для решения задач представлены в приложении Б.

### Практическое занятие №9

#### ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОН ЧЕРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЕДСТВИЯ

##### 1. Классификация экологического неблагополучия. Критерии оценки изменения среды обитания и состояния здоровья населения.

В законе «Об охране окружающей среды» записано, что «участки территории РФ, где в результате хозяйственной и иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей среде, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов

растений и животных», объявляются зонами чрезвычайной экологической ситуации (Ст. 58).

Далее «участки территории, где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения окружающей среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, нарушение природного равновесия, разрушение естественных экосистем, деградации флоры и фауны», объявляют зонами экологического бедствия (Ст. 59).

Для оценки состояния территории по выявлению зон экологического бедствия или чрезвычайных экологических ситуаций Минприроды России 30 ноября 1992 года утвердило «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия».

В соответствии с основными положениями – экологическая обстановка классифицируется по возрастанию степени экологического неблагополучия следующим образом:

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

Признаки территорий крайних степеней экологического неблагополучия:

1. Экологический кризис:

- устойчивое отрицательное изменение окружающей природной среды;
- угроза здоровью населения;
- устойчивые отрицательные изменения состояния естественных экосистем (уменьшение видового разнообразия отдельных видов растений и животных, нарушение генофонда).

2. Экологическое бедствие:

- глубокие необратимые изменения окружающей природной среды;
- существенное нарушение здоровья человека;
- разрушение естественных экосистем (нарушение при-

родного равновесия, деградация флоры и фауны, потеря генофонда).

Под критерием подразумевается описание совокупности показателей, позволяющих охарактеризовать ухудшение состояния здоровья населения и окружающей среды, как «кризисное» или «бедственное».

Показатели означают меру, параметры – границы интервалов, составляющих степень экологического неблагополучия территорий.

Параметры приняты либо на основании научных, экспериментальных, либо на основании экспертных оценок специалистов. Представленные в документе параметры следует рассматривать как временные.

Из поставленных задач вытекает необходимость оценки территорий по четырем основным составляющим:

- медико– демографической,
- экологической,
- социальной,
- экономической.

К основным медико– демографическим показателям относятся заболеваемость, детская смертность, медико– гигиенические нарушения, специфические и онкологические заболевания, связанные с загрязнением окружающей среды.

Медико – демографические показатели по экологически неблагоприятным территориям сравнивают с аналогичными показателями на контрольных (фоновых) территориях в тех же климатически– географических зонах. В качестве таких контрольных (фоновых) территорий принимаются населенные пункты или отдельные их части, на которых зафиксированы наиболее благоприятные значения медико – демографических показателей.

Данные показатели рекомендуется определять отдельно для городского и сельского населения по нескольким (трех и более) территориям с благоприятной экологической (санитарно–гигиенической) ситуацией. Среднюю величину из нескольких минимальных показателей принимают в качестве контрольного (фонового) значения.

Недопустимо в качестве контрольных величин исполь-

зовать только средние показатели по краю, области.

Предпочтение следует отдавать показателям, рассчитанным за 10 лет и (или) их динамика за этот период. Исключение может быть сделано только для относительно редко встречающихся заболеваний, а также специфических заболеваний и других нарушений состояния здоровья, связанных с факторами окружающей среды антропогенного происхождения. Допускается также использование данных по территории за предшествующие годы в качестве контрольных цифр для сравнения с их величиной на момент

## 2. Оценка качества окружающей среды

**Качество окружающей среды** – это степень соответствия природных условий физиологическим возможностям человека.

Различают окружающую природную среду

- здоровую и комфортную, при которой здоровье у человека в норме,
- нездоровую, при которой нарушается состояние здоровья.
- экстремальная, когда при взаимодействии человека со средой наблюдаются необратимые изменения состояния здоровья.

Для этого разработаны научные оценки качества окружающей среды:

- экологические,
- производственно – хозяйственные.

*Экологические стандарты* устанавливают предельно допустимые нормы антропогенного воздействия на окружающую среду, превышение которых несет опасность здоровью человека, губительно для растительности и животных. Данные нормы устанавливаются в виде ПДК загрязняющих веществ и предельно– допустимых уровней вредного физического воздействия (ПДУ).

*Производственно – хозяйственные стандарты* качества окружающей среды регламентируют экологически безопасный режим работы производственного, коммунально– бытовых и других объектов. К данному стандарту относят: предельно– до-

пустимый выброс загрязняющих веществ в окружающую среду (ПДВ) и предельно– допустимый сток (ПДС) загрязняющих веществ в водоемы конкретными источниками (предприятиями) той или иной территории.

Обращаются внимания на следующие обстоятельства. Если для данного территориально– производственного комплекса определены предельно допустимая техногенная нагрузка (ПДТН), суммарные и дифференцированные по источникам ПДВ и ПДС, то контур регулирования сравнительно простой.

Главная обратная связь для принятия решений определяется оценкой выбросов. В этом же случае, когда строгая оценка не произведена и используются временно согласованные нормативы, то задача усложняется, относительно большое значение для принятия решений приобретает оценка экологического ущерба.

Следует иметь в виду и то, что принятие решений не ограничивает мероприятия только воздействиями на технологические процессы или средства очистки, которые должны уменьшить интенсивность и опасность эмиссий.

Могут быть и другие варианты: перераспределение и перемещение мощности источников, замена технологий, увеличение санитарно– защитной зоны, отселение людей из зоны активного влияния источника и т.д.

В целом из схемы управления качеством окружающей среды следует, что главная обратная связь в контуре принятия природоохранных решений определяется блоком оценок воздействия. Одной из центральных процедур контроля экологической регламентации является оценка воздействий хозяйственной деятельности на окружающую среду.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Рассмотреть типы экологической обстановки по возрастанию степени экологического неблагополучия.
2. Полная характеристика территорий экологического кризиса.
3. Полная характеристика территорий экологического бедствия.

4. Рассмотреть медико – демографический показатели степени экологического неблагополучия территорий.

5. Рассмотреть социальные, экологические и показатели степени экологического неблагополучия территорий.

6. Рассмотреть экономические показатели степени экологического неблагополучия территорий.

7. Характеристика экологических стандартов, как показателей оценки качества окружающей среды.

8. Характеристика производственно– хозяйственные стандарты, как показателей оценки качества окружающей среды.

## Практическое занятие №10

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

**Химическая экология** – раздел экологии, изучающий последствия прямого и побочного воздействия на окружающую среду химических веществ и возможные пути уменьшения их отрицательного влияния.

На всех стадиях своего развития человек был тесно связан с окружающей его средой. Но с появлением высокоиндустриального общества влияние человека на природу стало масштабнее и губительнее. И сейчас это привело к глобальной опасности для человечества. Наиболее значительным является химическое загрязнение среды несвойственными ей веществами химической природы.

**Химическое загрязнение** – увеличение количества химических компонентов определённой среды, а также проникновение (введение) в неё химических веществ в концентрациях, превышающих норму или не свойственных ей. Наиболее опасно для природных экосистем и человека именно химическое загрязнение, поставляющее в окружающую среду различные токсиканты – аэрозоли, химические вещества, тяжелые металлы, пестициды, пластмассы, поверхностно-активные вещества и др.

Нормативные материалы по химическим опасным веще-

ствам, помимо ПДК, включают классификации в зависимости от их различных характеристик: токсичности, канцерогенности, мутагенности и др.

В различных сферах природопользования используют классы опасности, в которых учтены особенности влияния и поведения химических веществ в соответствующих сферах.

Оценки опасности химических соединений приводятся на основе анализа и учета:

- токсикологических параметров (параметров токсичности),
- величин ПДК,
- способности к материальной кумуляции,
- характеристик «поведения» вещества.

Отнесение к классу опасности проводится по любому из указанных признаков: одному или нескольким.

«Поведение» химического вещества в окружающей среде – свойства вещества изменять свою структуру и химические характеристики, вступить во взаимодействие с различными компонентами окружающей среды, сохраняться в неизменном виде, а также сохранять стабильность биологически активных метаболитов, мигрировать в данной среде на определенные расстояния или мигрировать в сопредельные среды.

По «поведению» вещества могут быть подразделены на:

1. практически не трансформируемые в воде (хлористый натрий),
2. вещества, метаболиты которых, вступая в сложные соединения с природными компонентами, в основном органическими, меняют характер и интенсивность воздействия на биоты, токсичность при этом может возрастать,
3. подвергающиеся деградации в природных водах до простых соединений, их метаболиты могут быть более токсичны, чем исходные вещества, а конечные продукты распада могут выходить из круговорота веществ или включаться в него.

Поведение вещества характеризуется также сроками его разрушения (стабильностью).

Рассматривая химическое загрязнение атмосферы, можно выделить три основных источника загрязнения: промышленность, бытовые котельные, транспорт. Первое место обще-

признанно занимает промышленность.

Источники загрязнений: теплоэлектростанции, металлургические предприятия, химические и цементные заводы.

Обычно атмосферные загрязнители (загрязняющие вещества) делят на 2 вида:

1. Первичные – поступающие непосредственно в атмосферу;

2. Вторичные – являющиеся результатом превращения последних (в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязнителями и компонентами атмосферы).

Основными загрязняющими веществами являются:

1. Оксид углерода (1250 млн.т. в год). Это соединение, активно реагирует с составными частями атмосферы и способствует повышению температуры на планете и созданию парникового эффекта.

2. Сернистый ангидрид(до 170 млн.т.в год).

3. Серный ангидрид (ежегодно выбрасываются десятки миллионов тонн серного ангидрида). Источниками являются пирометаллургические предприятия цветной и чёрной металлургии, а также ТЭС. Он подкисляет почву, обостряет заболевания дыхательных путей человека.

4. Сероводород и сероуглерод. Основными источниками выброса являются предприятия по изготовлению искусственного волокна, сахара, нефтеперерабатывающие и нефтепромыслы.

5. Оксиды азота (20млн.т. в год). Основными источниками выброса являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитросоединения, вязкозный шелк, целлулоид.

6. Соединения фтора. Источниками загрязнения являются предприятия по производству алюминия, эмалей, стекла, керамики, стали, фосфорных удобрений. Имеют токсический эффект.

7. Соединения хлора. Источники: химические предприятия, производящие соляную кислоту, хлоросодержащие пестициды, органические красители, гидролизный спирт, хлорную известь, соду.

В водопользовании выделено 4 класса опасности загрязняющих воду веществ.

1 класс. **Чрезвычайно опасные** – вещества, лимитируемые по токсикологическому параметру (накопление в рыбе, опасное для человека и домашних животных). Этот класс представлен ксенобиотиками – чужеродные для организма соединения (промышленные загрязнения), вызывающие гибель организмов. ПДК веществ – ниже 0,00001 мг/л, они обладают высокой или сверх высокой материальной кумуляцией.

2 класс. **Высоко опасные** - вещества, лимитируемые по токсикологическому параметру (накопление в рыбе, опасное для человека и домашних животных). Этот класс представлен ксенобиотиками, вызывающие гибель организмов. ПДК – от 0,00001 до 0,00001 мг/л, эти вещества с умеренной кумуляцией, в отдельных случаях – со слабой.

3. класс. **Опасные** – вещества с ПДК – от 0,001 до 0,0001 мг/л. Могут быть как ксенобиотиками, так и веществами природного происхождения (сероводород, сульфиты). Сюда относятся вещества со слабой материальной кумуляцией.

4 класс. **Умеренно опасные** – вещества с ПДК – выше 0,01 мг/л, не обладающие кумулятивными свойствами. Представлены частично ксенобиотиками (обычно биологически относительно инертными), в значительной степени веществами природного происхождения.

Таблица – 1 Классификация загрязняющих воду химических веществ по токсикологическим параметрам

Группа	Токсичность	ЛК <sub>50</sub> за 96 – 120 час, мг/л	ПДК, мг/л	Отношение ЛК <sub>50</sub> /ПДК
1	Особо высокая	Менее 0,01	<0,0001	100
2	Высокая	1,0 – 0,01	0,01 – 0,0001	100
3	Средняя	10 – 1,0	0,1 – 0,01	50
4	Умеренная	100 – 10	10,0 – 0,1	10
5	Малая	1000 – 100	200 – 10,0	5
6	Очень малая	>1000	>200	<5

Таблица –2 Классификация загрязняющих воду химических веществ по способности к материальной кумуляции

Группа	Кумуляция	Отношение концентратов в организме и воде
1	Сверхвысокая	>1000
2	Высокая	200
3	Умеренная	50
4	Небольшая	Около 1
5	Отсутствует	1,0 и менее

При проведении контроля загрязнения **почв** для химических веществ используют классификацию, предусматривающую разделение на три класса опасности:

1. **вещества высоко опасные** пестициды – атразин, гексахлорциклопексан ГХЦГ, ДДТ, мефос и др; вещества попадающие с выбросами – мышьяк, ртуть, селен, свинец, цинк, бенз(а)пирен и др.,

2. **вещества умеренно опасные** пестициды – карбофос, нитрофен, семазин, хлорофос и др; вещества попадающие с выбросами – медь, кобальт, никель, хром, молибден и др.

3. **вещества малоопасные** пестициды – дилор, цинеб, прометрин и др., вещества попадающие с выбросами – ванадий, ацетофенон, марганец, стронций и др.

Таблица – 3 Классы опасности загрязняющих веществ для почвы

Показатель	Нормы для классов опасности:		
	1	2	3
Токсичность, ЛД <sub>50</sub>	До 200	200 - 1000	>1000
ПДК в почве, мг/л	<0,2	0,2 – 0,5	>0,5
Миграция	Мигрирует	Мигрирует	Не мигрирует
Влияние на пищ. цен. с/х продукции	сильное	умеренное	нет

Темы докладов на следующее занятие

1. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека.
2. Транспорт, как источник загрязнения окружающей

среды.

3. Влияние диоксинов на биоту.
4. Полиароматические углеводороды и их влияние на окружающую среду.
5. Ксенобиотики в окружающей среде.
6. Загрязнение гидросферы нефтепродуктами. Последствия для гидробионтов.
7. Канцерогены.
8. Реальные и потенциальные экологические опасности.
9. Тяжелые металлы и их соли. Опасность их воздействия для биоты.

## Практическое занятие №11

### РАЗВИТИЕ БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИИ И ЗАХОРОНЕНИЕ ОТХОДОВ

#### 1. Характеристика отходов

**ОТХОДЫ** – не используемые непосредственно в местах их образования отходы производства, быта транспорта и др., которые могут быть реально или потенциально использованы как продукты в других отраслях народного хозяйства или в ходе регенерации.

Отходы делятся на:

- по агрегатному состоянию твердые, жидкие, газообразные;
- бытовые коммунальные;
- отходы производственного потребления;
- отходы производства промышленные отходы;
- сельскохозяйственные;
- строительные.

**Бытовые коммунальные отходы** – это твердые в том числе твердая составляющая сточных вод – их осадок– отбросы, не утилизированные в быту, образующиеся в результате амортизации предметов быта и самой жизни людей.

**Отходы производства** – промышленные остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве

продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства. Они могут быть:

- возвратными
- безвозвратными технологические потери: улетучивание, угар, усушка!

Отходы производственного потребления – непригодные для дальнейшего использования по прямому назначению и списанные в установленном порядке машины, инструменты и др.

Сельскохозяйственные отходы – составляют более половины общего количества отходов в странах Европейского Экономического Сообщества СФВ. Это является следствием усовершенствования ведения сельского хозяйства. 90% этих отходов можно утилизировать. Основу их утилизации составляет компостирование отходов и превращение их в гумусоподобный улучшающий материал,

Строительные отходы – занимают первое место по массе складироваемых отходов /1/4 всех отходов. В процессе строительства накапливается строительный мусор, вынутый грунт при рытье котлованов, бой стройматериалов и др. Складываются отходы почти полностью. Строительный мусор представляет собой отходы после ремонта зданий, дорог и др. Реутилизруется всего 10% строительных отходов строительство дорог, площадок, водостоков.

Особо необходимо рассмотреть токсичные опасные отходы – отходы представляющие угрозу для окружающей природной среды и для здоровья живых организмов, включая и человека. Это, прежде всего, неиспользованные различные ядохимикаты в сельском хозяйстве, отходы промышленных производств, содержащих канцерогенные и мутагенные вещества, шламы гальванические, шламы коксохимические и др.

## **2. Захоронение и утилизация отходов**

Нарастание массы отходов, их захоронение или утилизация – одна из ключевых проблем охраны природной среды, а значит и оздоровления среды жизнеобеспечения человека.

В США, Великобритании, Италии и некоторых других странах применяют сплав в канализацию дробленых отходов из квартир, гостиниц, ресторанов и других объектов. С этой целью

у раковин устанавливают механические дробилки, из которых измельченный мусор вместе со сточной водой удаляется в канализацию, где обезвреживается в очистных установках. Этот метод позволяет удалить быстро разлагающуюся часть отходов сразу после их образования без накопления, хранения и вывоза.

Однако в подавляющем большинстве стран, в том числе и в РФ твердые отходы удаляются вывозным путем на т.н. свалки – специально отведенные в пригородах отгороженные участки. Отходы на них разлагаются» часто возгораются, в результате происходит загрязнение воздушной среды.

Возможной альтернативой открытым площадкам могут быть специальные могильники двух вариантов:

1. Наземный открытый могильник (отходы складировются на поверхности слоями толщиной 25–80 см, между которыми размещается слой почвы толщиной 10–15 см), в захоронениях которого доля почвы составляет 30–50%;

2. Подземный могильник (отходы складировются в больших траншеях глубиной до 15–20 м с последующим закрытием грунтом толщиной 50–60 см).

Негативные аспекты применения захоронения отходов на свалках:

– Поступление фильтрата, обогащенного химическими и органическими веществами в грунтовые воды.

– Просадка грунта на местах складирования отходов.

– Образование биогаза, состоящего на 70% из метана, который легко воспламеняется.

– Негативное влияние метана на растительный покров, образование эрозии почвы.

Все негативные последствия могут быть устранены при соблюдении следующих правил размещения полигонов для захоронения отходов:

1. Для захоронения отходов отводятся возвышенные места с глубоким залеганием грунтовых вод.

2. Слой почвы снимается для последующего прикрытия отходов.

4. Вокруг захоронения прокладываются на определенной глубине трубы для сбора фильтрата.

5. Основание захоронения делается непроницаемым

для воды /из глины, еще лучше из пластика толщиной 30–35 см, а сверху укладывается слой крупнощебенистого гравия; фильтрат проходит через гравий и по водонепроницаемому днищу стекает в водосборные трубы, где и подвергается затем обработке.

6. Захоронение отходов ведется послойно, отсеками и высотой, способствующей фильтрации, при таких захоронениях метан уходит через слой гравия.

7. С четырех сторон свалки обязательно обустраиваются по кластерной системе колодцы на глубину залегания грунтовых вод для наблюдения за их качеством.

В настоящее время в большинстве стран мира, в т м числе и в РФ одни свалки закрываются, а другие свалки закрываются. Существует угроза наступления "мусорного кризиса".

Для решения этой проблемы:

1. Необходимо изменить практику общего сбора мусора и проводить его сортировку в местах сбора,

2. Необходимо создавать предприятия по переработке сортированных отходов и изготовление из них необходимых обществу товаров.

3. Законодательным путем определить налоги на предприятия, выпускающие продукцию разового пользования, что повышает объем отходов,

4. Необходимо вести расчет затрат на ликвидацию отходов в полном объеме, включая стоимость земельного участка, охрану грунтовых вод, мониторинг среды, сортировку и переработку сырья.

Практически все виды отходов содержат ценные вещества и их рациональная утилизация в народном хозяйстве создает для него дополнительные сырьевые ресурсы, охраняя биосферу от загрязнения.

**УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОШЛЕННОСТИ.** Исследования и полупромышленные испытания этих отходов показали, что они могут быть прекрасным сырьем для пористых заполнителей бетона, строительного кирпича и керамики, штукатурных и кладочных растворов, щебня и других строительных материалов. Перспективно их использова-

ние и в качестве глинистого сырья для производства пустотелой строительной керамики и аглопорита – легкого пористого заполнителя для бетонов.

**УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ.** Гранулированные доменные шлаки являются прекрасным материалом для дорожного строительства. В смеси с вязкими битумами они успешно заменяют горячие асфальтобетонные смеси, причем их возможно укладывать даже на влажное основание. Битумошлаковые покрытия дорог в 2,5 раза дешевле железобетонных.

**УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.** В промышленности неорганического синтеза наибольшее количество твердых отходов дает производство минеральных удобрений и серной кислоты, используются в производстве стройматериалов.

Весьма перспективным является использование ряда промышленных и коммунально-бытовых отходов в **СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**, где они могут найти применение в качестве мелиорантов или удобрений.

Большинство пахотных земель в основных экономических районах относится к кислым почвам. Это качество может быть устранено известкованием. В качестве известковых мелиорантов могут быть с успехом использованы кальцийсодержащие промышленные отходы металлургической промышленности, зола горючих сланцев, промышленности строительных материалов карьерные отходы, отходы цементных заводов

К солонцам и солонцеватым почвам относят почвы, содержащие большое количество обменного натрия. Традиционным химическим мелиорантом для улучшения солонцовых почв является гипс, источником которого выступают промышленные отходы фосфогипс, шламы.

Для использования в сельском хозяйстве ТБО их компостируют на мусороперерабатывающих заводах, однако в настоящее время этой переработке подвергается около 3% их общего количества, образующегося в стране (приблизительно 1,5 млн тонн).

В России проводятся многочисленные исследования в области утилизации в сельском хозяйстве избыточного гидро-

лизного ила и других отходов гидролизных и целлюлозно-бумажных заводов. После нескольких лет хранения в отвалах гидролизный ил превращается в рыхлую пористую массу темно-бурого цвета по виду напоминающую перегной.

Особо токсичные и радиоактивные отходы, по разным причинам не подлежащие переработке, должны быть изолированы от окружающей среды, захоронены. Для захоронения отходов их заключают в металлические капсулы, а затем в кубы из отвердевшего жидкого стекла, рассчитанные на неопределенно долгое время хранения и помещают под землей, в геологических выработках брошенные угольные шахты, соляные копи. Иногда в контейнерах из материалов, стойких к действию морской воды, отходы опускают к глубокие впадины морского дна.

Захоронение особо опасных отходов – одна из наиболее трудноразрешимых проблем охраны окружающей среда, так как места для их абсолютного безопасного изолирования от биосферы пока не найдено.

### **3 Развитие малоотходных и безотходных технологий**

Основные принципы малоотходных и безотходных технологий:

1. Комплексная переработка сырья с использованием всех компонентов на базе создания новых безотходных процессов.
2. Создание и выпуск новых видов продукции с учетом возможности повторного ее использования,
3. Переработку отходов производства и потребления с получением товарной продукции или любое полезное их использование без нарушения экологического равновесия.
4. Использование замкнутых систем промышленного водоснабжения.
5. Создание безотходных территориально-производственных комплексов и экономических регионов.

### **Биотехнология и переработка отходов**

Биотехнологические приемы являются примером эффективного контроля за состоянием окружающей среды. Особенно остро сейчас стоит проблема распространения в окружающей

среде ксенобиотиков и нефтяных загрязнений.

#### Получение ценных видов органического топлива

Классический процесс очистки стоков включает в себя следующие этапы:

При первичной обработке удаляются твердые частицы, которые либо отбрасываются, либо направляются в реактор.

На втором этапе происходит разрушение растворенных органических веществ при участии природных аэробных микроорганизмов. Образующийся ил, состоящий главным образом из микробных клеток, либо удаляется, либо перекачивается в реактор. По технологии, использующей активный ил, часть его возвращается в аэрационный танк.

На третьем этапе производится химическое осаждение и разделение фосфора и азота.

Для переработки ила, образующегося на первом и втором этапах, обычно используется процесс анаэробного разложения. при этом уменьшается объем осадка и количество патогенов, устраняется запах, а кроме того, образуется ценное органическое топливо – метан.

Аэробная переработка стоков – это самая обширная область контролируемого использования микроорганизмов в биотехнологии. Она включает следующие стадии:

- адсорбция субстрата на клеточной поверхности;
- расщепление адсорбированного субстрата внеклеточными ферментами;
- поглощение растворенных веществ клетками;
- рост и эндогенное дыхание;
- высвобождение экскретируемых продуктов;
- «выедание» первичной популяции организмов вторичными потребителями.

В идеале это должно приводить к полной минерализации отходов до простых солей, газов и воды. Эффективность переработки пропорциональна количеству биомассы и времени контактирования ее с отходами.

Системы аэробной переработки можно разделить на системы с перколяционными фильтрами и системы с использованием активного ила.

Принцип перколяционного фильтра – разложение отхо-

дов при помощи микроорганизмов, находящихся в фильтрующем элементе. В качестве заполнителя элемента может использоваться песок, гравий или полимерные материалы. Недостаток таких фильтров – избыточный рост биомассы.

Активный ил – сложная смесь микроорганизмов, осуществляющая переработку отходов в биореакторах. Для успешной переработки необходимо подбирать микробный засевной материал под каждый вид стоков.

### **Аэробная переработка отходов в сельском хозяйстве**

На сегодняшний день существует несколько систем контролируемой переработки отходов в сельском хозяйстве.

Водоём для окисления. Установка представляет собой ёмкость глубиной не более 150 см и с площадью поверхности, обеспечивающей аэрацию. На поверхности этого водоёма растут фотосинтезирующие водоросли, которые повышают эффективность системы благодаря выделению кислорода. К недостаткам таких установок относятся: потребность во времени; накопление твердых отходов, которые разлагаются в анаэробных условиях; создание условий для размножения насекомых. Достоинства – не требует механизации и обслуживающего персонала.

Аэрируемый водоём отличается от водоёма для окисления только наличием аэрационной установки.

Каскадные бассейны – простая немеханизованная система. В эту систему отходы поступают постоянно. Они включают первичный отстойник, в котором осаждаются крупные частицы, а также каскад мелких бассейнов, разделенных перегородками или плотинами, через которые перетекает вода. Переливаясь из бассейна в бассейн, вода аэрируется. Если время удержания подобрано правильно, то глубина переработки оказывается не меньше, чем в водоёме для окисления. Недостатки – плохое перемешивание и подавление микрофлоры из-за недостатка кислорода.

Канавы Пасвира. – представляет собой непрерывную вытянутую в длину ёмкость, которую часто располагают под полом животноводческих помещений. Жидкость с толщиной слоя 0,3–0,6 м аэрируют и перемешивают с помощью ротора. По сути является реактором непрерывного действия, в котором форми-

руется специфическая микрофлора.

### **Переработка отходов сельского хозяйства в анаэробных условиях**

При переработке органических отходов в анаэробных условиях образуется горючий газ, на 60% состоящий из метана, и твердый остаток, содержащий почти весь азот и все другие питательные вещества, содержащиеся в исходном растительном материале. В природе такой процесс развивается при недостатке кислорода в местах скопления веществ растительного или животного происхождения: в болотах, осадках на дне озер, в желудке травоядных. Температурный оптимум процесса лежит в пределах 30–35°C, и для его поддержания нужен подогрев.

Еще в начале века было выявлено, что из навоза можно получать горючий газ, а отходы использовать как удобрение. Основные части такой биоустановки: герметичный танк, или реактор, в котором осуществляется ферментация, и емкость для газа – накопительный плавающий колокол с емкостью близкой к таковой у реактора.

Метанообразующие бактерии являются строгими анаэробами. На первой стадии процесса ферментации из растительной и фекальной массы образуются летучие жирные кислоты (уксусная, масляная). Важную роль при этом играют клостридии. Кислоты (за исключением уксусной) служат далее субстратом для группы уксуснокислых бактерий. В конечном счете в результате совместного действия этих групп бактерий образуются уксусная кислота, водород и углекислый газ, которые являются подходящим субстратом для метанообразующих бактерий.

Основная проблема, которая возникает на фермах, где содержится много животных, заключается в хранении навоза и использовании его наиболее выгодным образом. Если при этом в качестве побочного продукта будет образовываться метан и затраты на хранение навоза не увеличатся, то для ферм это будет безусловно положительным моментом. Современные конструкции реакторов не окупают себя за счет производства метана. Такие реакторы оказываются рентабельными в развивающихся странах, где используется дешевый ручной труд.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. / Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1999. – 448 с.
2. Бродская Н.А. Экология. Сборник задач, упражнений и примеров: Учеб. пособие для вузов / Н.А. Бродская, О.Г. Воробьев [и др.]. – М.: Дрофа, 2006. – 508 с.
3. Гарин В.М., Экология для технических вузов. / В.М. Гарин, И.А. Кленова, В.И. Колесников. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2001. – 384 с.
4. География Краснодарского края: антропогенное воздействие на окружающую среду. / Сб. статей. – Краснодар, 1996. – 308 с.
5. Инженерная защита окружающей среды: Учеб. пособие / Под ред. О.Г. Воробьева. – СПб.: Изд-во «Лань», 2002. – 288 с.
6. Калыгин В.Г. Промышленная экология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. / В.Г. Калыгин. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 432 с.
7. Мазур И.И. Курс инженерной экологии. / И.И. Мазур, О.И. Молдованов. – М.: Высшая школа, 2001. – 510 с.
8. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД–86. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 126 с.
9. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. / Под ред. А.В. Караушева. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 354 с.
10. Методические указания по ландшафтным исследованиям для сельскохозяйственных целей. / Под ред. Г.И. Швевса и П.Г. Шищенко. – М.: ВАСХНИЛ, 1990. – 58 с.
11. Орлов Д.С. Химическое загрязнение почв и их охрана: Словарь справочник. / Д.С. Орлов, М.О. Малинина [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1991. – 303 с.

12. Охрана окружающей среды: Справочник / Сост. Л.П. Шариков. – Л.: «Судостроение», 1978. – 560 с.
13. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: Учеб. и справ. пособие. / В.Ф. Протасов. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 672 с.
14. Рекомендации к ландшафтному обоснованию природоохранных систем земледелия. – М.: ВАСХНИЛ, 1990. – 60 с.
15. Салова Т.Ю. Основы экологии. Аудит и экспертиза техники и технологии: Учебник для вузов. / Т.Ю. Салова, Н.Ю. Громова [и др.]. – СПб.: Изд-во «Лань», 2004. – 336 с.
16. Прикладная экология: учебник / В.В. Стрельников, Гудзь, Д.С. Скрипник и др. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2012. – 452 с.
17. Стрельников В.В. Техногенные системы и экологический риск: Учебник для вузов. Часть II. Техногенные системы. / В.В. Стрельников, В.Г. Живчиков, Ш.М. Тугуз. – Майкоп: ОАО «Полиграфиздат «Адыгея», 2008. – 276 с.
18. Юсфин Ю.С. Промышленность и окружающая среда. / Ю.С. Юсфин, Л.И. Леонтьев [и др.]. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 426 с.

Печатается по решению методической комиссии Агрономического и Экологического факультета КубГАУ, протокол № 3 от 25.11.13.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Варианты заданий для решения задач по теме «Выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных»

Вариант	Задание
1	2
№ 1	<b>Каменный уголь</b> Теплота сгорания -5000 ккал/кг В-0,061 кг/с Золоуловителей нет
№ 2	<b>Торф</b> Теплота сгорания 2000 ккал/кг В - 0,049 кг/с Золоуловители
№ 3	<b>Бурый уголь</b> Теплота сгорания -2500 ккал/кг В - 0,052 кг/с Золоуловителей нет
№ 4	<b>Антрацит</b> Теплота сгорания 5000 ккал/кг В - 0,0448 кг/с Золоуловители
№ 5	<b>Горючие сланцы</b> Теплота сгорания -1500 ккал/кг В - 0,055 кг/с Золоуловителей нет
№ 6	<b>Мазут</b> Теплота сгорания 9000 ккал/кг В - 0,049 кг/с Золоуловители
№ 7	<b>Каменный уголь</b> Теплота сгорания -5500 ккал/кг В-0,061 кг/с Золоуловителей нет
№ 8	<b>Торф</b> Теплота сгорания 2250 ккал/кг В - 0,050 кг/с Золоуловители
№ 9	<b>Бурый уголь</b> Теплота сгорания -3250 ккал/кг В - 0,064 кг/с Золоуловителей нет
№ 10	<b>Антрацит</b> Теплота сгорания 5500 ккал/кг В - 0,067 кг/с Золоуловители

Продолжение приложения А

1	2
№11	<b>Горючие сланцы</b> Теплота сгорания -2000 ккал/кг В-0,061 кг/с Золоуловителей нет
№12	<b>Мазут</b> Теплота сгорания 9250 ккал/кг В - 0,053 кг/с Золоуловители
№13	<b>Каменный уголь</b> Теплота сгорания -6000 ккал/кг В - 0,048 кг/с Золоуловителей нет
№14	<b>Торф</b> Теплота сгорания 2500 ккал/кг В-0,051 кг/с Золоуловители
№15	<b>Бурый уголь</b> Теплота сгорания -4000 ккал/кг В - 0,047 кг/с Золоуловителей нет
№16	<b>Антрацит</b> Теплота сгорания 6000 ккал/кг В - 0,056 кг/с Золоуловители
№17	<b>Горючие сланцы</b> Теплота сгорания -2500 ккал/кг В - 0,053 кг/с Золоуловителей нет
№18	<b>Мазут</b> Теплота сгорания -9500 ккал/кг В-0,061 кг/с Золоуловители
Г№19	<b>Каменный уголь</b> Теплота сгорания• 5000 ккал/кг В - 0,068 кг/с Золоуловители
№20	<b>Торф</b> Теплота сгорания -2500 ккал/кг В - 0,043 кг/с Золоуловителей нет
№21	<b>Бурый уголь</b> Теплота сгорания -4000 ккал/кг В - 0,058 кг/с Золоуловителей нет

Продолжение приложения А

1	2
№22	<b>Антрацит</b> Теплота сгорания -5000 ккал/кг В - 0,053 кг/с Золоуловителей нет
№23	<b>Горючие сланцы</b> Теплота сгорания -2000 ккал/кг В-0,05 8 кг/с Золоуловителей нет
№24	<b>Мазут</b> Теплота сгорания -9250 ккал/кг В - 0,060 кг/с Золоуловителей нет
№25	<b>Каменный уголь</b> Теплота сгорания -4500 ккал/кг В - 0,068 кг/с Золоуловителей нет
№26	<b>Бурый уголь</b> Теплота сгорания -5250 ккал/кг В - 0,054 кг/с Золоуловители
№27	<b>Антрацит</b> Теплота сгорания 3500 ккал/кг В - 0,064 кг/с Золоуловители
№28	<b>Горючие сланцы</b> Теплота сгорания -3100 ккал/кг В-0,061 кг/с Золоуловители
№29	<b>Мазут</b> Теплота сгорания 9050 ккал/кг В - 0,043 кг/с Золоуловители
№30	<b>Торф</b> Теплота сгорания 2300 ккал/кг В-0,053 кг/с Золоуловители
№31	<b>Бурый уголь</b> Теплота сгорания -4040 ккал/кг В - 0,027 кг/с Золоуловителей нет

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Варианты заданий для решения задач по теме «Расчет экономической оценки ущерба, наносимого действием загрязнений»

№	$Y_{з, р/т}$	$b$ , т/т	$Q_m$ , т	$b$	Тип территории	$f$	$m$ , т
1	241	0,44	1287	1,33	курорт	1,21	99
2	309	0,12	1964	1,41	лесная зона	1,32	101
3	198	0,56	3900	0,98	зона отдыха	1,11	98
4	341	0,51	2870	1,65	заповедник	1,34	88
5	221	0,33	2561	1,33	пашни	1,12	91
6	301	0,21	2800	1,61	курорт	1,61	79
7	248	0,51	1000	1,22	сады	1,11	110
8	293	0,19	1870	1,71	заповедник	1,26	130
9	199	0,22	2875	2,00	пашни	1,44	104
10	266	0,31	2980	1,43	сады	1,31	98
11	319	0,44	2300	1,61	курорт	1,12	90
12	243	0,61	3410	1,57	сады	1,41	82
13	401	0,39	3691	1,88	лесная зона	1,22	90
14	332	0,47	3600	1,44	город	1,11	100
15	428	0,57	2451	1,61	пригородная зона	1,47	101
16	179	0,77	2380	1,51	заповедник	1,42	105
17	229	0,29	4100	1,88	пашни	1,13	105
18	420	0,66	1980	1,22	зон отдыха	1,55	103
19	255	0,51	2220	2,01	лесная зона	1,22	110
20	471	0,58	3200	2,12	курорт	1,41	102
21	411	0,44	1860	1,82	сады	1,10	99
22	390	0,62	2290	1,78	пашни	1,40	93
23	367	0,44	4500	2,31	зон отдыха	1,33	96
24	388	0,28	3491	1,99	лесная зона	1,22	97
25	371	0,51	5000	2,31	заповедник	1,33	89
26	391	0,53	2891	2,01	лесная зона	1,22	102
27	377	0,61	2290	2,18	курорт	1,49	107
28	298	0,72	3290	1,49	зон отдыха	1,35	109
29	199	0,22	3410	1,77	заповедник	1,34	110
30	200	0,49	3300	2,00	пашни	1,90	111

