

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра воспроизводства и переработки лесных ресурсов**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И.Луковникова

« \_\_\_\_\_ » декабря 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДЫ**

**Б1.В.ДВ.08.01**

**НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ**

**35.03.10 Ландшафтная архитектура**

**ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ**

**Садово-парковое и ландшафтное строительство**

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

<b>1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>5</b>
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	5
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости .....	5
<b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий .....	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам .....	7
4.3 Лабораторные работы.....	64
4.4 Семинары / практические занятия.....	65
4.5 Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	65
<b>5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>66</b>
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>67</b>
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>67</b>
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>68</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>69</b>
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ .....	69
<b>10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>117</b>
<b>11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>117</b>
<b>Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....</b>	<b>128</b>
<b>Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины .....</b>	<b>129</b>
<b>Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....</b>	<b>.....</b>

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

## Цель дисциплины

Формирование у обучающихся экологического мировоззрения для принятия научно обоснованных решений в природоохранной деятельности при проектировании и создании ландшафтов.

## Задачи дисциплины

- изучить основные понятия о взаимодействии живых систем с окружающей средой на уровне особи, популяции и экосистемы;
- усвоить основные процессы в живых системах, их происхождение, развитие и разнообразие;
- ознакомиться с основными глобальными и региональными экологическими проблемами, причинами их возникновения;
- получить навыки определения роли человека в обеспечении стабильного функционирования популяций, экосистем, биосферы.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, термины законы структурной и функциональной организации экосистем;</li> <li>- современные глобальные и региональные экологические проблемы и причины их возникновения;</li> <li>- роль человека в обеспечении стабильного функционирования популяций, экосистем, биосферы</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать основные законы экологии в практической деятельности при решении профессиональных задач</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами проведения экологических исследований;</li> <li>- навыками, необходимыми для освоения теоретических основ и методов экологии.</li> </ul>
ОПК-2	понимает роль основных компонентов урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- роль основных компонентов урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки,</li> <li>- принципы взаимодействия живых систем с окружающей средой на уровне особи, популяции и экосистемы при формировании объектов ландшафтной архитектуры;</li> <li>- основные процессы в живых системах, их</li> </ul>

		<p>происхождение, развитие и разнообразие;  - ознакомиться с основными глобальными и региональными экологическими проблемами, причинами их возникновения</p> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять поиск и анализ необходимой научно-технической информации;</li> <li>- использовать экологические методы исследования в природных и искусственных экосистемах</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками определения роли человека в обеспечении стабильного функционирования популяций, экосистем, биосферы.</li> <li>- методами определения основных фактологических показателей экологии.</li> </ul>
ПК-11	<p>готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в области ландшафтной архитектуры</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- актуальные экологические проблемы при проектировании, строительстве и содержанию объектов ландшафтной архитектуры;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять отечественный и зарубежный опыт в решении глобальных экологических проблем;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- научно-технической информацией необходимой для освоения основ и методов экологии.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.01 Экология и охрана природы относится к вариативной части учебного плана дисциплине по выбору.

Дисциплина Экология и охрана природы базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: введение в ландшафтную архитектуру, ботаника.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Экология и охрана природы представляет основу для изучения дисциплин: ландшафтное проектирование, декоративное растениеводство, основы лесопаркового хозяйства.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2	3	108	51	17	17	17	57	-	зачет
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			3
1	2	3	4
<b>I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	51	10	51
Лекции (Лк)	17	4	51
Лабораторные работы (ЛР)	17	3	17
Практические занятия (ПЗ)	17	3	17
Групповые (индивидуальные) консультации*	+	-	+
<b>II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	57	-	57
Подготовка к лабораторным работам	17	-	17
Подготовка к практическим занятиям	17	-	17
Подготовка к зачету	23	-	23
<b>III. Промежуточная аттестация зачет</b>	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины ..... час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)			
			учебные занятия			самостоятельная работа обучающихся*
			лекции	лабораторные работы	практические занятия	
1	2	3	4	5	6	7
<b>1.</b>	<b>Роль экологии в современном обществе.</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
1.1.	Предмет и задачи экологии	3	1	-	-	2
1.2.	Организм и факторы среды	3	1	-	-	2
1.3.	Экология популяций	12	2	-	2	4
<b>2.</b>	<b>Экосистемы</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>9</b>
2.1.	Экосистемы	3	1	-	-	2
2.2.	Развитие экосистем. Сукцессии	6	1	-	2	3
2.3.	Биосфера как глобальная экосистема	8	2	-	2	4
<b>3.</b>	<b>Загрязнение окружающей среды</b>	<b>37</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>17</b>
3.1.	Загрязнение атмосферного воздуха	14	1	4	2	7
3.2.	Здоровье человека	3	1	-	-	2
3.3.	Глобальные экологические проблемы	20	2	4	4	10
<b>4.</b>	<b>Мероприятия по защите окружающей среды. Международное сотрудничество</b>	<b>40</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>21</b>
4.1.	Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в различных отраслях промышленности.	6	1	-	2	3
4.2.	Инженерные и организационные мероприятия по защите окружающей среды от загрязнения. Очистка промышленных выбросов и сбросов.	3	1	-	-	2
4.3.	Понятие о правовой охране окружающей среды. Основные природоохранные законы РФ.	20	1	9	-	10
4.4.	Экономические механизмы защиты природной среды	3	1	-	-	2
4.5.	Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды	8	1	-	3	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>57</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

##### Раздел 1. Роль экологии в современном обществе.

## Тема 1.1. Предмет и задачи экологии

В последние 30-40 лет внимание общества к проблемам взаимодействия человеческой цивилизации с окружающей средой резко усилилось. Это и понятно: над биосферой Земли нависла угроза со стороны маленькой части этой биосферы – человечества. Актуальной стала проблема охраны природы, ведь никакое общественное или техническое совершенствование не обеспечивает возможность жизнедеятельности человека вопреки законам природы. Даже выйдя в космос и научившись многие месяцы жить под водой, человек остаётся биологическим видом, существование которого неразрывно связано с определёнными условиями (факторами) среды: температурой, влажностью, газовым составом воздуха, качеством воды, составом пищи, уровнем радиоактивности и др.

Источниками химического загрязнения биосферы стали практически все промышленные предприятия, транспорт, все более или менее крупные населённые пункты, зоны отдыха, крупные животноводческие комплексы, территории, занятые пахотными землями.

Загрязнение наземных биогеоценозов обычно начинается с частичного угнетения организмов, населяющих почвы и поверхностные воды, затем страдает высшая растительность и, наконец, начинается деградация почв и разрушение почвенного покрова.

Наглядный и характерный пример конечного результата – формирование техногенных пустынь вблизи крупных промышленных комбинатов и химических заводов.

В последние два десятилетия озабоченность людей и, прежде всего учёных, переросла в серьёзное беспокойство. Это связано с ухудшением качества окружающей человека природной среды.

*Объём антропогенного воздействия на природу и окружающую человека среду в XX веке стал слишком велик и приблизился к пределу устойчивости биосферы, а по некоторым параметрам и превзошёл его.*

Изменение масштабов хозяйственной деятельности.

Показатель	Начало XX в.	Конец XX в.
Валовой мировой продукт, млрд. \$	60	20 000
Численность населения, млрд. чел.	1,0	6,0
Потребление пресной воды, млрд. м <sup>3</sup>	360	4000
Потребление чистой продукции биоты, %	1	40
Сокращение числа видов, %	-	20
Площадь, нарушенная хозяйственной деятельностью, %	20	60
Потребление энергии	1	Возросло в 12 раз (удвоение каждые 25 лет)

### **Основные экологические проблемы:**

1. сокращение площади природных экосистем, сохранилось не более 27 % ненарушенных площадей (практически полностью исчезли такие крупные экосистемы, как степи);
2. сокращение площади тропических лесов (на 200 тыс. км<sup>2</sup> в год, или 20 млн. га). Площадь суши, занятая лесами, уменьшилась с 75 до 25%;
3. исчезновение биологических видов (в год исчезает от 5 до 15 тыс. видов);
4. изменение климата вследствие изменения баланса газов в атмосфере (глобальное потепление);
5. разрушение озонового слоя, появление озоновых дыр;
6. загрязнение Мирового океана;
7. накопление вредных веществ в воде, почве, воздухе;
8. опустынивание планеты;
9. деградация земель (эрозия почв, снижение плодородия, засоление почв);

10. общее истощение и нехватка природных ресурсов;
11. увеличение потребления пресной воды (на производство одной тонны бумажной массы расходуется триста тысяч литров пресной воды, а на изготовление тонны пластика – свыше миллиона литров). Человек приблизился к предельно допустимым пределам изъятия вод из рек (примерно 10% от стока);
12. накопление на поверхности суши бытового мусора и промышленных отходов;
13. абсолютное перенаселение Земли;
14. ухудшение среды жизни и качества жизни (генетические и новые заболевания, понижение иммунного статуса);
15. увеличение техногенных аварий и катастроф (рост ущерба и числа жертв на 5-10 % в год).

В целом современный человек вовлекает в производство и потребление такое количество вещества и энергии, которое в десятки и сотни раз превышает его чисто биологические потребности. Потребности людей в ресурсах становятся несоизмеримыми с возможностями биосферы. Если численность населения удваивается каждые 30-40 лет, то потребление ресурсов – через 8-10 лет. По этим же закономерностям увеличивается количество отходов и их воздействие на среду.

#### **Главные проблемы.**

- Резкое сокращение площади ненарушенных естественных экосистем, уменьшение биологического разнообразия, нарушающее устойчивость природных экосистем.
- Потребление и изъятие человеком возобновимых природных ресурсов – пресной воды, почвенного гумуса, биомассы растений – достигло критической скорости и превысило темпы их естественного воспроизводства.
- Истощение традиционных невозобновимых энергетических и сырьевых ресурсов.
- Загрязнение среды веществами и материалами, не утилизируемыми в естественных природных круговоротах. Загрязнение ведёт к неблагоприятным климатическим изменениям, создаёт угрозу здоровью людей, вызывает деградацию экосистем.

Всё это означает *наступление глобального экологического кризиса*.

**Экологический кризис** – это критическое состояние окружающей среды, вызванное расточительным использованием природных ресурсов (воды, воздуха, почвы, растительного и животного мира) и загрязнением окружающей среды, которое угрожает существованию человека.

**Экологический кризис** – напряжённое состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсоэкологическим возможностям биосферы.

#### **Экологическая ситуация в России.**

Территорию России обычно разбивают на три региона: Европейский, Уральский, Сибирь и Дальний Восток.

Европейская часть России, где проживает основная часть населения, отдельные регионы Урала и Сибири находятся в условиях экологического кризиса: экосистемы потеряли способность к самоочищению, резко снизилось производство биомассы, идёт распад экосистем, деградация и опустынивание земель, сокращается площадь лесов из-за вырубки и выгорания (до 2 млн. га в год). Ареалы с сильными деформациями природной среды имеют размеры в 10-15 тыс. км<sup>2</sup> и приходятся в среднем на каждые 70 тыс. км<sup>2</sup> территории.

По предварительным подсчётам, в пределах России наиболее неблагоприятные экологические ситуации в последние годы отмечались на площади около 2,5 млн. км<sup>2</sup> (15 % всей территории). С учётом деградированных пастбищ эта величина может достигать 18-20 %.

Около 60% россиян проживают в экологически неблагоприятных условиях. Только 15 % городских жителей России живут на территориях, где уровень загрязнения воздуха соответствует нормативам. Почти 50 % населения вынуждено пользоваться водой, качество которой не отвечает установленным нормам. При этом две трети водных источников России не пригодны для питья. Крупнейшие реки России загрязнены фенолами и тяжёлыми

металлами. В Неву каждый день попадает примерно 2 тыс. тонн загрязняющих веществ. В Волге количество фенолов превышает ПДК в 5-20 раз. В 1990 г. в Волге уже нельзя было встретить здоровую рыбу. Ангара загрязнена фенолами и ртутью.

В период 1991-1999 г. в России негативное воздействие на ОС сокращалось, в т.ч. в результате последовательно проводившейся природоохранной работы. Однако, согласно данным «Доклада об оздоровлении экологической обстановки в РФ», опубликованном в 2003 г., с 2000 г. в динамике состояния ОС наметились отрицательные перемены, в 2001 г. эта негативная тенденция закрепились. В 2000 г. впервые за последние 5 лет зарегистрирован рост промышленных выбросов в атмосферу (на 3,5% к уровню 1999 г.). Отмечен также рост сброса загрязнённых сточных вод в поверхностные водные объекты. За период 2000 г. образовалось более 120 млн. т твёрдых отходов (на 22% выше уровня 1999 г.). Объём полностью обезвреженных отходов в 2000 г. снизился почти на одну треть по сравнению с предыдущим годом.

Повсеместно в России остры проблемы истощения сельскохозяйственных угодий, снижения плодородия почв.

Быстро сокращается биологическое разнообразие природы России, гибнут экосистемы лесов, тундры, болот. Каждый десятый вид растений и животных находится на грани исчезновения. Вместе с тем Россия располагает большой площадью ненарушенных природных экосистем - тайги, тундры (около 65 % территории страны), которые являются нашим главным природным богатством и одной из немногих областей стабилизации биосферы всей планеты. Для мира в целом названный показатель ненарушенных экосистем составляет 27%. Необходимо осознание исключительной важности сохранения этого ресурса. В Европейской части это прежде всего северо-восточные районы; в Азиатской части – почти весь север Восточной Сибири и Дальнего Востока, а также обширные районы Западной Сибири.

В последние годы демографическая ситуация в стране крайне осложнилась. Смертность превышает рождаемость в 1,7 раза. Ежегодно население России сокращается почти на 1 млн. человек. Состояние здоровья подростков можно охарактеризовать как критическое. Проверка, проведённая в 1136 школах в наиболее благополучной Волгоградской области, выявила крайне неудовлетворительное положение со здоровьем школьников. В начальных классах здоровыми являются только 25% учеников, а в старших классах их число уменьшается до критической отметки – 13%. Ко времени окончания школы выпускники уже имеют целый набор серьёзных болезней.

### **Предмет экологии.**

Как самостоятельная наука экология сформировалась приблизительно к 1900 г. Термин «экология» был предложен немецким биологом Эрнстом Геккелем в 1866 г. Экология (от греч. oikos – дом и logos – наука) в буквальном смысле – наука о местообитании. Геккель дал экологии как науке исчерпывающее определение: «Под экологией мы понимаем сумму знаний, относящихся к экономике природы: изучение всей совокупности взаимоотношений животного с окружающей его средой, как органической, так и неорганической, и, прежде всего – его дружественных или враждебных отношений с теми животными и растениями, с которыми оно прямо или косвенно вступает в контакт».

**Экология (как часть биологии)** – это наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и с окружающей средой.

В **биоэкологии** обычно выделяют несколько взаимосвязанных разделов, которые иногда рассматривают как отдельные дисциплины:

- *Аутэкология*, или экология организмов (предмет изучения - организм и его среда, т.е. взаимоотношения особей с факторами среды).
- *Демэкология*, или популяционная экология (изучает структуру и динамику популяций отдельных видов, взаимоотношения между организмами в пределах популяций и средой обитания). С развитием популяционной экологии связано решение таких проблем, как механизмы регуляции численности организмов, оптимальная плотность и допустимые нормы изъятия из популяций используемых

видов, например в случае промыслового лова; уничтожение популяций при борьбе с вредителями.

- *Синэкология (биоценология)* – экология биоценозов (предмет изучения - многовидовое сообщество, т.е. синэкология – это учение о сообществах разных видов растений, животных и микроорганизмов в их взаимодействии друг с другом).
- *Биогеоценология* – учение об экосистемах, или биогеоценозах. Рассматривает экологические закономерности функционирования экосистем.
- *Глобальная экология* (учение о биосфере Земли).

По отношению к предметам изучения экологию подразделяют на экологию микроорганизмов, растений, животных.

С учётом среды, природно-климатических зон и компонентов среды выделяют экологию суши, пресных водоёмов, морей, тундры, лесов, пустынь, морских берегов, коралловых рифов и т.п.

В биоэкологии основное внимание уделяется природным (абиотическим и биотическим) факторам, их действию в естественных экосистемах. В прикладной экологии рассматриваются антропогенные факторы, специфика их действия в природных, природно-антропогенных и антропогенных системах (агроценозы, поселения, города, производственные комплексы).

Круг вопросов, рассматриваемых в *прикладной экологии*, в самом общем плане можно объединить в два раздела:

1. экологические проблемы, порождаемые деятельностью человека, их содержание, причины и следствия;
2. существующие и прогнозируемые пути и средства решения экологических проблем.

Эффективность решения проблем, связанных с антропогенным воздействием на природную среду, прямо зависит от того, в какой степени применяемые меры согласуются с законами общей экологии. Человечество должно осознать, что противоречия между человеком и средой его обитания не могут быть сняты без основательных и разносторонних экологических знаний и без серьёзных экономических затрат. Такие компенсационные затраты с каждым годом увеличиваются.

В последние десятилетия произошло быстрое расширение экологии. Вобрав в себя проблемы окружающей среды, она не только использует достижения других разделов биологии, но и вторгается в смежные с биологией дисциплины – в науки о Земле, в физику и химию, в различные инженерные отрасли, находит приложения за пределами естественных наук – в экономике, политике, социологии. Этот процесс проникновения идей и проблем экологии в другие области знания получил название *экологизации*. Экологизация отвечает потребности общества в объединении науки и практики для предотвращения экологической катастрофы. Экология превратилась из частного раздела биологии, знакомого узкому кругу специалистов, в обширный и ещё окончательно не сформировавшийся комплекс фундаментальных и прикладных дисциплин.

Рассмотрим, чем занимаются некоторые прикладные экологические дисциплины.

**Биосферная экология** изучает глобальные изменения, которые происходят на нашей планете в результате воздействия хозяйственной деятельности человека на природные явления.

**Промышленная экология** изучает влияние выбросов промышленных предприятий на окружающую среду и возможности снижения этого влияния за счёт совершенствования технологий и очистных сооружений.

**Городская экология** изучает возможности улучшения среды обитания человека в городе.

**Медицинская экология** изучает болезни человека, связанные с загрязнением среды, и способы их предупреждения и лечения. Здоровье населения любой территории – лучший показатель состояния среды его обитания.

**Сельскохозяйственная экология** изучает способы получения сельскохозяйственной продукции без истощения ресурсов почвы и лугов и способы производства экологически

чистых продуктов (т.е. продуктов, не загрязнённых опасными для здоровья человека веществами).

**Лесная экология** изучает способы использования ресурсов лесов при их постоянном восстановлении, а также роль, которую играют леса в поддержании водного режима ландшафтов.

**Экология тундр** изучает способы рационального природопользования в тундре и лесотундре – оленеводство и охота. Важным направлением в экологии тундр в последнее десятилетие стало изучение влияния на экосистемы добычи нефти и газа и разработка способов уменьшения вредного воздействия промышленности.

**Экология морей** изучает влияние хозяйственной деятельности человека на морские экосистемы, а именно: загрязнение при добыче нефти и газа на шельфе, при сбрасывании в воду промышленных и бытовых стоков и твёрдых отходов, в том числе с морских судов. Эта наука разрабатывает методы восстановления и поддержки морских экосистем.

**Математическая экология** моделирует экологические процессы, т.е. отклонения в природе, которые произойдут при изменении экологических условий.

**Химическая экология** разрабатывает методы определения веществ - загрязнителей, попадающих в атмосферу, воду, почву и продукты питания, способы химической очистки газообразных, жидких и твёрдых отходов и новые технологии производства, при которых количество отходов уменьшается.

**Экономическая экология** разрабатывает экономические механизмы рационального природопользования – оценки стоимости ресурсов (вода, древесина, нефть и т.д.) и размеры штрафов за загрязнения.

**Юридическая экология** разрабатывает систему законов, направленных на защиту природы.

### **Методы прикладной экологии.**

Методы прикладной экологии быстро развиваются. Её важными средствами становятся:

- комплексный эколого-экономический анализ состояния территорий;
- методы инженерно-экологических изысканий, необходимых для оптимального размещения, проектирования, строительства и реконструкции гражданских и хозяйственных объектов;
- методы оценки влияния техногенных загрязнений и деградации окружающей среды на здоровье людей;
- методы контроля хозяйственной деятельности: экологический мониторинг; экологическая аттестация и паспортизация хозяйственных объектов; экологическая экспертиза.

Важнейшие **общие задачи современной экологии:**

1. Диагностика состояния природы планеты и её ресурсов, определение порога выносимости живой природы по отношению к антропогенной нагрузке (изъятию биологических ресурсов, загрязнению среды, изменениям климата).
2. Разработка прогнозов изменений биосферы и состояния окружающей среды при разных сценариях экономического и социального развития человечества.
3. Формирование экологически ориентированной стратегии поведения человеческого общества и экологически чистых технологий.

## **Тема 1.2. Организм и факторы среды**

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

Любое живое существо живёт в сложном и меняющемся мире, постоянно приспособляясь к нему и регулируя свою жизнедеятельность в соответствии с его изменениями и потребляя поступающие извне материю, энергию, информацию.

На нашей планете живые организмы освоили четыре основные **среды обитания**, сильно различающиеся по специфике условий. Водная среда была первой, в которой возникла и распространилась жизнь. В последующем живые организмы овладели наземно-

воздушной средой, затем создали и заселили почву. Четвёртой специфической средой жизни стали сами живые организмы, каждый из которых представляет собой целый мир для населяющих его паразитов или симбионтов.

Приспособления организмов к среде носят название **адаптации**. Способность к адаптациям – одно из основных свойств жизни вообще, так как обеспечивает саму возможность её существования, возможность организмов выживать и размножаться. Адаптации проявляются на разных уровнях: от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем. Адаптации возникают и изменяются в ходе эволюции видов.

Свойства и компоненты окружающей среды, которые воздействуют на организм, называются **экологическими факторами**.

Экологические факторы могут быть необходимы или вредны для живых существ, способствовать или препятствовать выживанию и размножению.

**Условия существования** – это совокупность экологических факторов, обуславливающих рост, развитие, выживание и воспроизводство организмов.

Условия существования – это те факторы, без которых невозможна жизнь организма (пища, вода, тепло, свет, кислород).

#### **Классификация факторов**

Всё многообразие экологических факторов обычно подразделяют на три группы:

- Абиотические,
- Биотические,
- Антропогенные.

**Абиотические факторы** – это совокупность важных для организмов свойств неживой природы. Эти факторы можно разделить на химические (состав атмосферы, солевой состав воды, почвы) и физические (температура, давление, свет, влажность воздуха, радиоактивное излучение и т.п.). Первостепенное значение среди абиотических факторов имеют

- Климатические (солнечный свет, температура, влажность),
- Географические (продолжительность дня и ночи, рельеф местности),
- Гидрологические (течение, волны, состав и свойства вод),
- Эдафические (состав и свойства почв).

**Биотические факторы** – это формы воздействия живых существ друг на друга. Всё многообразие взаимоотношений между организмами можно разделить на два основных типа: антагонистические и неантагонистические.

**Антагонистические** – это такие отношения, при которых организмы двух видов подавляют друг друга (- -) или один из них подавляет другой без ущерба для себя (+ -). Основные формы антагонистических отношений:

➤ **Хищничество** – форма взаимоотношений организмов разных трофических уровней, при которой один вид организмов живёт за счёт другого, поедая его (+ -),

➤ **Паразитизм** – межвидовые взаимоотношения, при которых один вид живёт за счёт другого (+ -), поселяясь внутри или на поверхности тела организма-хозяина. Паразитизм наиболее широко распространён среди растений и низших животных – вирусов, бактерий, грибов, червей, а также это – клещи, пиявки, блохи.

➤ **Конкуренция** – форма взаимоотношений, при которых организмы одного трофического уровня борются за пищу и другие условия существования, подавляя друг друга (- -).

**Конкуренция** – это такое взаимодействие организмов, которое проявляется как взаимное угнетение между ними, вызванное сходными потребностями в ограниченном ресурсе, доступность которого уменьшается при росте численности конкурирующих организмов.

## Механизмы конкурентного вытеснения:

1. Агрессия, драки, формы территориального поведения (млекопитающие и птицы).
2. Перекрытие доступа к ресурсу (характерно для растений – перехват минеральных веществ и влаги, создание неблагоприятных световых условий для конкурента).
3. Химическое подавление деятельности конкурента. Метаболиты одного вида смертельны для другого (микроорганизмы). Известно также для растений; некоторые виды, не требовательные к высокому содержанию азота в почве, способны подавлять корневыми выделениями деятельность азотфиксирующих бактерий и таким образом закреплять за собой бедные азотом почвы (залежи).

➤ **Неантагонистические** взаимоотношения теоретически можно выразить многими комбинациями: нейтральные (0 0), взаимовыгодные (+ +), односторонние (0 +) и др. Основные формы этих взаимодействий следующие: симбиоз, мутуализм и комменсализм.

➤ **Мутуализм** – это обоюдовыгодные, но не обязательные взаимоотношения разных видов организмов (+ +). Пример симбиоза – сожительство рака-отшельника и актинии: актиния передвигается, прикрепляясь к спине рака, а тот получает с помощью актинии более богатую пищу и защиту. Другой пример – взаимовыгодные отношения между тлями и «пасущими» их муравьями.

➤ **Симбиоз** – взаимовыгодные и обязательные для роста и выживания отношения организмов разных видов (+ +). Лишайники – хороший пример положительных взаимоотношений водорослей и грибов. При распространении насекомыми пыльцы растений у обоих видов вырабатываются специфические приспособления: цвет и запах у растений, хоботок – у насекомых, соответствующий определённой форме цветка.

➤ **Комменсализм** – взаимоотношения, при которых один из партнёров извлекает выгоду, а другому они безразличны (+ 0). Примеры комменсализма – лев и грифы-падальщики, акула и рыбы-прилипалы, дуплистые деревья и птицы.

Несмотря на конкуренцию и другие типы антагонистических отношений, в природе многие виды могут спокойно уживаться. В таких случаях говорят, что каждый вид обладает собственной *экологической нишей*. Близкородственные организмы, имеющие сходные требования к среде обитания, не живут, как правило, в одних и тех же условиях. Если они и живут в одном месте, то либо используют разные ресурсы, либо имеют другие различия в функциях. Например, разные виды дятлов. Хотя все они одинаково питаются насекомыми и гнездятся в дуплах деревьев, но имеют как бы разную специализацию. Большой пёстрый дятел добывает пищу в стволах деревьев, средний пёстрый – в крупных верхних ветвях, малый пёстрый – в тонких веточках, зелёный дятел охотится на муравьёв на земле, т.е. разные виды дятлов имеют разные экологические ниши.

**Экологическая ниша вида** – это то положение вида, которое он занимает в общей системе биоценоза, комплекс его биоценологических связей и требований к абиотическим факторам среды.

**Экологическая ниша** – это совокупность характеристик среды обитания, соответствующих требованиям данного вида: пища, условия размножения и т.д.

Наблюдения показывают, что два вида, сосуществующие на одной территории, не могут иметь совершенно одинаковые требования к условиям жизни. Иначе один из них обязательно вытеснит другой. Эта закономерность получила название правила Гаузе.

### **Правило конкурентного исключения Гаузе:**

Если два вида со сходными требованиями к среде (питанию, поведению, местам размножения и т.д.) вступают в конкурентные отношения, то один из них должен погибнуть либо изменить свой образ жизни и занять новую экологическую нишу.

Если экологические ниши двух видов лишь частично совмещаются (перекрываются) друг с другом, то в конечном счёте устанавливается конкурентное равновесие, режим сосуществования.

**Антропогенные факторы** – это совокупность различных воздействий человека на неживую и живую природу. В результате производственной деятельности людей изменяются рельеф земной поверхности (при вырубке лесов, распашке степей, осушении болот), изменяется химический состав атмосферы, климат, исчезают естественные экосистемы и создаются искусственные агро- и техноэкосистемы, водохранилища, коммуникации. Подсчитано, что с 1600 г. человеком так или иначе (в результате охоты или за счёт вырубки лесов) уничтожено 162 вида птиц и свыше 100 видов млекопитающих. Но, с другой стороны, человек создаёт новые сорта растений и породы животных. Стремительная урбанизация – рост городов в последние полвека – изменила лик Земли сильнее, чем многие другие виды деятельности за всю историю человечества. Наиболее очевидное проявление антропогенного влияния на биосферу – загрязнение окружающей среды (в том числе и среды обитания человека) – воздуха, водоёмов, земли побочными продуктами и отходами производства. Преобладающая часть антропогенных факторов, связанная с производством, с применением техники, с влияниями промышленности, транспорта, строительства на природные экологические системы и окружающую человека среду, носит название *техногенных факторов*.

### **Общие закономерности действия абиотических факторов на организм**

Несмотря на большое разнообразие природных экологических факторов, в характере их воздействия на организмы и в ответных реакциях живых существ можно выявить ряд общих закономерностей. Приведём наиболее известные.

#### **Закон оптимума:**

Каждый фактор имеет лишь определённые пределы положительного влияния на организмы.

В процессе эволюции организмы адаптировались к экологическим факторам в определённых количественных пределах: определённый интервал температур, определённые пределы влажности и т.д. Например, для развития проростков кокосовой пальмы нужна (помимо других условий) температура не ниже 26° и не выше 41°С. Уменьшение или увеличение значения фактора за этими пределами угнетает жизнедеятельность, а при достижении некоторого минимального или максимального уровня наступает гибель.

*Область количественных значений какого-либо фактора среды, в пределах которой могут существовать представители данного вида организмов, называют **диапазоном толерантности** (биоинтервалом фактора, диапазоном выживания).*

О границах диапазона толерантности судят *по функциям отклика* на действие фактора. *Функция отклика* – это разные проявления жизнедеятельности. Например, для растений можно следить за интенсивностью фотосинтеза, скоростью роста, для животных обобщенной функцией отклика является выживаемость или численность популяции при соответствующих значениях фактора среды.

Количественный диапазон фактора, наиболее благоприятный для жизнедеятельности, называется **экологическим оптимумом** (от лат. «оптимус» - наилучший). Чем сильнее отклонения от оптимума, тем больше выражено угнетающее действие данного фактора на организмы. Значения фактора, лежащие в зоне угнетения, называются **экологическим пессимумом** (от лат. пессимум – наихудший). Минимальное и максимальное значения фактора, при которых наступает гибель, называются соответственно **экологическим минимумом и экологическим максимумом**.

Например, для температурного фактора верхним пределом жизни, вероятно, являются температуры, при которых разрушаются ферменты и свёртываются белки (50-60°С). Однако отдельные организмы могут существовать при более высоких температурах. В горячих источниках Камчатки были обнаружены водоросли при температуре 82°С. Нижний предел температуры, при котором возможна жизнь, около -70°С. В анабиозе, т.е. в неактивном состоянии, некоторые организмы сохраняются при абсолютном нуле.

Свойство организмов адаптироваться к существованию в том или ином диапазоне экологического фактора называется *экологической пластичностью*.

Чем шире диапазон экологического фактора, в пределах которого данный организм может жить, тем больше его экологическая пластичность. По степени пластичности выделяют два типа организмов: стенобионтные и эврибионтные.

**Стенобионтные**, или узкоприспособленные, виды способны существовать лишь при небольших отклонениях фактора от оптимального значения.

**Эврибионтными** называются широкоприспособленные организмы, выдерживающие большую амплитуду колебаний экологического фактора.

К стенобионтам (стеноэкам) относятся, например, типичные обитатели морей, которые живут в условиях высокой солёности (камбала), и типичные обитатели пресных вод (карась). Они обладают невысокой экологической пластичностью. А вот трёхиглая колюшка может жить как в пресных, так и в солёных водах, т.е. является эврибионтом (эвриэком) и характеризуется высокой пластичностью.

Для обозначения отношения организма к конкретному фактору к названию фактора добавляют приставки: стено- и эври-. Так, по отношению к температуре бывают *стенотермные* виды (карликовая берёза, тропические орхидеи) и *эвритермные* виды (растения умеренного пояса), по отношению к солёности – *стеногалинные* (карась, камбала, морские звёзды) и *эвригалинные* (колюшка, лосось). Гусеница тутового шелкопряда и австралийский коала, питающиеся листьями одного вида растений, - *стенофаги*, а бурый медведь, как и человек, - *эврифаги*.

Вполне объяснимо, что эврибионты обычно широко распространены, а стенобионты имеют ограниченный ареал распространения.

Обратим теперь внимание не на ширину биоинтервала, а на характер изменения функций отклика при отклонениях от оптимума. У одних организмов при отклонении значений фактора от точки оптимума сразу же изменяется и функция отклика. Они как бы покорно подчиняются ухудшению внешних условий. Так, с понижением температуры среды понижается температура деревьев и замедляется в них обмен веществ. Но при этом всё время сохраняется способность восстановить жизненные функции в первоначальном объёме при возвращении благоприятных условий. Такие организмы называют обычно **выносливыми**, или **толерантными** (от лат. *tolerantia* – терпение). К ним относятся растения и низшие животные, пассивно переносящие охлаждение, замерзание, высушивание, голод, дефицит кислорода. Крайние проявления такой способности, наблюдаемые вблизи границ или даже за пределами биоинтервала, - состояние спячки (гипобиоза) у животных, пресмыкающихся (змей, ящериц), характеризующиеся глубоким замедлением жизнедеятельности, и анабиоз – полное, но обратимое замирание всех жизненных процессов, как это имеет место у спор, семян и многих низших животных.

Но во многих случаях нет простого подчинения функций организма изменениям среды; включаются различные механизмы защиты от неблагоприятных воздействий, сопротивления им или их активного избегания. Реакции защиты и сопротивления обеспечивают большую или меньшую **устойчивость** (или **резистентность**, от лат. *resistere* - противостоять, сопротивляться) организма по отношению к отклонениям от оптимума. Примером высокой физиологической устойчивости служит постоянство температуры внутренних частей тела у птиц и млекопитающих при значительных изменениях температуры среды. Или постоянство солевого состава и осмотического давления крови у животных в среде с совершенно другими свойствами или при больших колебаниях водно-солевого обеспечения организма.

### Лимитирующие факторы

Понятие о лимитирующих (ограничивающих) факторах было введено в 1840 г. немецким химиком Ю.Либихом. Изучая влияние на рост растений содержания различных химических элементов в почве, он обнаружил, что урожай зависит не от тех элементов питания, которые требуются в больших количествах и присутствуют в изобилии (например, углекислый газ и вода), а от тех, которые, хотя и нужны растению в меньших количествах, но практически отсутствуют в почве или недоступны растениям (например, цинк, бор).

Либих сформулировал принцип: «Веществом, находящимся в минимуме, управляется урожай и определяется величина и устойчивость его во времени». Этот принцип известен под названием **закона минимума Либиха**, который, применительно к конкретным опытам учёного, гласит: *рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве.*

Предположим, в почве содержатся все элементы минерального питания, необходимые для данного вида растений, кроме одного из них, например бора. Рост растений на такой почве будет сильно угнетён или вообще невозможен. Если мы теперь добавим в почву нужное количество бора, это приведёт к увеличению урожая. Но если мы будем вносить любые другие химические элементы (например, азот, фосфор, калий) и даже добьёмся того, что все они будут содержаться в оптимальных количествах, а бор по-прежнему будет отсутствовать, это не даст никакого эффекта.

В качестве наглядной иллюстрации закона минимума Либиха часто изображают бочку, у которой образующие боковую поверхность доски имеют разную высоту (так называемая «бочка Либиха»). Длина самой короткой доски определяет уровень, до которого можно наполнить бочку водой. Следовательно, длина этой доски – лимитирующий фактор для количества воды, которую можно налить в бочку. Длина других досок уже не имеет значения.

Позднее сформулированный Либихом закон был распространён и на другие экологические факторы. Ограничивать, или лимитировать, развитие организмов могут тепло, свет, вода, содержание кислорода и другие факторы, если их значение близко к экологическому минимуму.

**Закон минимума Либиха** в общем виде можно сформулировать так:

***Рост и развитие организмов зависят в первую очередь от тех факторов среды, значение которых приближается к экологическому минимуму.***

Сформулированный закон применим как к растениям, так и к животным.

В 1913 г. английский биолог В.Шелфорд обратил внимание на то, что ограничивать развитие живых организмов может не только недостаток, но и избыток того или иного экологического фактора. Избыток тепла, света, воды и даже питательных веществ может оказаться столь же губительным, как и их недостаток. Например, урожай может погибнуть из-за дождей (избыток влаги), из-за перенасыщения почвы удобрениями и т.д. Таким образом, Шелфорд ввёл представление о лимитирующем влиянии максимума наравне с минимумом. **Закон толерантности Шелфорда** в общем виде формулируется следующим образом:

***Рост и развитие организмов зависят в первую очередь от тех факторов среды, значения которых приближаются к экологическому минимуму или экологическому максимуму.***

Таким образом, если значение хотя бы одного из экологических факторов приближается к минимуму или максимуму, существование и процветание организма, популяции или сообщества становится зависимым именно от этого, лимитирующего жизнедеятельность фактора.

**Лимитирующий (ограничивающий) фактор** – это любой фактор, который ограничивает процесс развития или существования организма, вида или сообщества.

**Лимитирующий фактор** – это экологический фактор, значения которого приближаются к крайним значениям диапазона толерантности (т.е. к экологическому максимуму или минимуму).

Максимально и минимально переносимые значения фактора – это критические точки, за пределами которых существование организма или популяции уже невозможно. Диапазон значений экологического фактора между минимумом и максимумом, в пределах которого

только и может существовать данный организм, и который определяет величину выносливости организма, Шелфорд назвал пределами толерантности.

Именно лимитирующие факторы контролируют условия существования и приобретают первостепенное значение в жизни организмов и биологических систем. Принцип лимитирующих факторов справедлив для всех типов живых организмов – растений, животных, микроорганизмов и относится как к абиотическим, так и к биотическим факторам. Ценность концепции лимитирующих факторов состоит в том, что она позволяет разобраться в сложных взаимосвязях в экосистемах и сконцентрировать внимание на тех факторах внешней среды, которые с наибольшей вероятностью могут оказаться лимитирующими.

### **Примеры лимитирующих факторов.**

1. Содержание кислорода в наземных местообитаниях велико, и он настолько доступен, что практически никогда не является лимитирующим фактором (за исключением больших высот в горах). Кислород мало интересует экологов, занимающихся наземными экосистемами. Однако в водной среде количество растворённого кислорода подвержено сильным колебаниям и может оказаться фактором, лимитирующим развитие живых организмов (заморы рыб, например).

2. Лимитирующим фактором, ограничивающим проникновение водорослей на большую глубину, является недостаток света. Для низкорослых, затенённых растений, молодых деревьев недостаток света также может являться фактором, лимитирующим их жизнедеятельность.

3. Температура – важный лимитирующий фактор, о чём свидетельствует относительная скудность жизни в пустынях и в арктических областях. Большинство животных, обитающих в пустынях, приспособились к трудным условиям существования, приучившись жить днём в норах и выходить по ночам, чтобы кормиться. В жаркий день, когда температура воздуха превышает 40°C, в норке кенгуровой крысы, расположенной под землёй на глубине 60 см, температура может быть равна всего лишь 15°C.

В США неоднократно пытались акклиматизировать в южных штатах обыкновенного фазана, но попытки оказались неудачными. Дело в том, что взрослые особи там хорошо выживают, однако высокие дневные температуры, по-видимому, убивают развивающиеся зародыши в яйцах, не давая им возможности закончить развитие. Таким образом, температура как лимитирующий фактор определяет и географическое распространение вида. Продвижение организмов на север, в свою очередь, лимитируется недостатком тепла.

4. Недостаток воды либо избыток влаги могут служить лимитирующим фактором для наземных растений и животных и вызывать угнетение их жизнедеятельности, а иногда и гибель. Недостаток или избыток влаги в свою очередь может определяться количеством атмосферных осадков, их распределением в течение года, количеством грунтовых вод.

5. Недостаток микроэлементов, необходимых растениям и животным, также может оказаться лимитирующим фактором. Например, недостаток кобальта и меди вызывает серьёзные заболевания растений и животных, поэтому некоторые районы Австралии непригодны для разведения овец и крупного рогатого скота.

В двух озёрах Висконсина, бедных кальцием, насчитывается в три раза меньше видов растений и в два раза меньше видов животных, чем в двух других аналогичных озёрах, воды которых относительно богаты кальцием.

6. Характер почвы, кислотность почвы, толщина слоя гумуса, солёность почвы и т.п. – все эти факторы являются лимитирующими для многих растений.

7. Биотические факторы также часто ограничивают распространение тех или иных организмов. Лимитирующим фактором для развития организмов данного вида может стать конкуренция со стороны другого вида.

8. Присутствие хищников или паразитов.

9. В земледелии лимитирующим фактором часто становятся вредители, сорняки.

10. Для некоторых растений лимитирующим фактором развития становится недостаток (или отсутствие) опылителей. Например, завезённый из Средиземноморья в Калифорнию инжир не плодоносил там до тех пор, пока не догадались завезти туда и определённый вид осы – единственного опылителя этого растения.

Выявление лимитирующих факторов очень важно во многих видах деятельности, особенно в сельском хозяйстве. Если целенаправленно влиять на лимитирующие условия, можно быстро и эффективно повышать урожайность растений и производительность животных. Так, при разведении пшеницы на кислых почвах никакие агрономические мероприятия не дадут эффекта, если не применять известкования, которое снизит ограничивающее действие кислотности.

Как мы уже отмечали, молодые организмы более уязвимы и более требовательны к условиям среды, чем взрослые особи, поэтому в период размножения многие факторы становятся лимитирующими. Знание того, что личинки и куколки жуков-щелкунов – вредителей сельскохозяйственных культур на западном побережье США – очень чувствительны к сильным колебаниям влажности, помогает бороться с данными насекомыми-вредителями. Для борьбы с ними орошаемые поля затопляют водой, чтобы чрезмерно повысить влажность, или же, напротив, высевают на полях люцерну или пшеницу, которые осушают почву ниже того предела, при котором выживают личинки.

### **Тема 1.3. Экология популяций. Компьютерная презентация – 2 часа.**

**Популяция** – это группа организмов одного вида, способных обмениваться генетической информацией, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности и существующая необозримо длительное время на данной территории.

Слово популяция происходит от латинского «популюс» - народ, население. Экологическую популяцию, таким образом, можно определить как население одного вида на определённой территории.

Члены одной популяции оказывают друг на друга не меньшее воздействие, чем физические факторы среды или другие виды организмов. В популяциях в той или иной степени проявляются все формы связей, характерные для межвидовых отношений, но наиболее ярко выражены мутуалистические (взаимно полезные) и конкурентные отношения. Особые внутривидовые взаимосвязи – это отношения, связанные с воспроизводством, отношения между особями разных полов и между родительским и дочерним поколениями. Во всех случаях в популяциях действуют законы, позволяющие использовать ограниченные ресурсы среды таким образом, чтобы обеспечить оставление потомства. Достигается это в основном через количественное изменение населения. Популяции многих видов обладают свойствами, позволяющими им регулировать свою численность.

Поддержание оптимальной в данных условиях численности называют **гомеостазом** популяции.

#### **Основные характеристики популяций:**

1. *численность* – общее количество особей на выделяемой территории,
2. *плотность популяции* – среднее число особей на единицу площади или объёма занимаемого популяцией пространства,
3. *рождаемость* – число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения,
4. *смертность* – показатель, отражающий количество погибших в популяции особей за определённый отрезок времени,
5. *прирост популяции* – разница между рождаемостью и смертностью; прирост может быть как положительным, так и отрицательным,
6. *темп роста* – средний прирост за единицу времени.

Популяции свойственна определённая организация.

Структуру популяции отражают распределение особей по территории, соотношения групп по полу, возрасту, физиологическим, поведенческим и генетическим особенностям.

Структура популяций имеет приспособительный характер, т.к. она формируется не только на основе биологических свойств вида, но и под влиянием абиотических факторов среды и под влиянием популяций других видов. Следовательно, разные популяции одного вида обладают как сходными особенностями структуры, так и отличительными, связанными со спецификой экологических условий в местах их обитания.

Различают половую, возрастную, генетическую, пространственную и экологическую **структуры популяций**.

*Половая структура популяции* – соотношение в ней особей разного пола.

*Возрастная структура популяции* – соотношение в составе популяции особей разного возраста. Возрастная структура популяции отражает интенсивность размножения, уровень смертности, скорость смены поколений.

*Генетическая структура популяции* – определяется изменчивостью и разнообразием генотипов, а также разделением популяции на группы генетически близких особей, между которыми происходит постоянный обмен. Признаки организмов находятся под совместным контролем генов и экологических факторов. Один и тот же генотип в разных условиях способен привести к появлению различающихся фенотипов (фенотип – совокупность генетически определяемых признаков и свойств организма). Разнообразие генотипов зависит от размера популяции и внешних факторов, влияющих на её структуру. В небольших изолированных и стабильных популяциях закономерно возрастает частота близкородственного скрещивания, что уменьшает генетическое разнообразие и увеличивает угрозу вымирания.

*Пространственная структура популяции* – это характер размещения и распределения отдельных членов популяции и их группировок на популяционной территории (ареале). Часто наблюдается группировка (агрегация) особей, которая усиливает конкуренцию между индивидами, но способствует выживанию группы в целом. Так образуются стаи, стада, колонии и другие объединения особей, благодаря чему достигаются различные защитные эффекты. Различают скученное, случайное и равномерное распределение особей в популяциях. Для разных организмов существуют определённые индивидуальные площади и радиусы трофической, кормовой активности.

*Экологическая структура популяции* – это подразделённость популяции на группы особей, по-разному взаимодействующих с факторами среды. Легко выявляются группировки *по питанию*, так как особи разного пола и возраста обладают различным пищевым предпочтением. Разные члены популяции отличаются друг от друга *по ориентировочному поведению и по двигательной активности*; у многих животных хорошо выражены различия реакций избегания опасности или оптимизационного поиска. Часто наблюдается распределение функций при охоте на добычу, при уходе за потомством и т.п. Наличие мигрирующих и немигрирующих групп особей накладывает отпечаток на ряд физиологических особенностей питания, полового поведения, групповой активности.

Любая популяция теоретически способна к неограниченному росту численности, если её не лимитируют (не ограничивают) факторы внешней среды. В таком гипотетическом случае скорость роста популяции будет зависеть только от величины **биотического потенциала**, свойственного виду. Этот показатель отражает *теоретический максимум потомков от одной пары (или одной особи) за единицу времени, например за год или за весь жизненный цикл*. Среди насекомых рекордсмен – матка термитов: она кладёт по одному яйцу в секунду на протяжении всей жизни (у некоторых видов – до 12 лет). Сельдь на протяжении жизни откладывает от 8 до 75 млрд. икринок.

В природе биотический потенциал никогда не реализуется полностью. Его величина обычно складывается как разность между рождаемостью и смертностью в популяциях. Смертность особей вызывается **факторами сопротивления среды**: недостаток пищи, действие неблагоприятных природных факторов, конкуренция, отклонения в развитии, болезни, паразиты, хищники, нехватка пространства, убежищ и т.п.

**Сопротивление среды** – это сочетание лимитирующих (ограничивающих) факторов.

Сопротивление среды сильнее всего действует на молодых особей.

В экологии широкое распространение получило графическое построение *«кривых выживания»*. На основании таких кривых можно определить периоды, в течение которых тот или иной вид особенно уязвим. Поскольку смертность подвержена более резким колебаниям и больше зависит от факторов ОС, чем рождаемость, она играет главную роль в регулировании численности популяции.

Существует *три типа кривых выживания*:

**Первый тип** (кривые 1) соответствует ситуации, когда большее число особей имеет одинаковую продолжительность жизни и умирает в течение очень короткого отрезка времени. Кривые характеризуются сильно выпуклой формой. Первый тип кривой выживания характерен для видов, на которых слабо действуют внешние факторы смертности (погода, хищники). Кривая выживания отличается слабым понижением до возраста естественной («физиологической») смерти с последующим резким падением, отражающим вымирание особей, достигших этого критического возраста. В природе кривые такого типа характеризуют относительно небольшое число видов; в частности, насекомых с коротким сроком жизни (например, поденки), а также дрозофил в лабораторных культурах, не подверженных выеданию хищниками. Такие кривые выживания свойственны некоторым крупным позвоночным, а также человеку; причём кривая выживания для мужчин по сравнению с аналогичной кривой для женщин менее выпуклая, поэтому страховой полис для мужчин в большинстве стран Запада в 1,5 раза дороже, чем для женщин. Для большинства копытных животных кривые выживания также выпуклые, хотя в различной степени для разных видов.

**Второй тип** свойствен видам, коэффициент смертности которых остаётся постоянным на протяжении всей их жизни. Поэтому кривая выживания трансформируется в прямую линию. Такая форма кривой свойственна видам, развитие которых идёт без метаморфоза при достаточной степени самостоятельности и устойчивости рождающегося потомства (пресноводная гидра).

**Третий тип** – сильно вогнутые кривые, отражающие высокую смертность особей в раннем возрасте. Кривая выживания третьего типа демонстрирует резкое падение в области младших возрастов, которое сменяется постепенным понижением, отражающим низкую и относительно равномерную смертность животных, переживших критический возраст. Они характерны для некоторых птиц, для рыб, а также для многих беспозвоночных.

## Раздел 2. Экосистемы.

### Тема 2.1. Экосистемы.

Основной объект экологии – это *экологическая система*, или *экосистема*.

**Экосистема** – это совокупность совместно обитающих живых организмов и среды обитания, объединённых в единое функциональное целое *вещественными, энергетическими и информационными взаимодействиями*.

Термин *экосистема* был предложен английским учёным А.Тенсли в 1935 г. для обозначения основных природных единиц в биосфере. Тенсли подчёркивал, что неорганические и органические факторы выступают как равноправные компоненты, и мы не можем отделить организмы от окружающей их конкретной среды. Сообщества организмов связаны с неорганической средой теснейшими материально-энергетическими связями. Растения могут существовать только за счёт постоянного поступления в них углекислого газа, воды, кислорода, минеральных солей. Они являются **автотрофами** – это живые организмы, которые способны синтезировать сложные органические вещества из неорганических, используя для этого энергию солнечного света. **Гетеротрофы**, использующие для питания готовые органические вещества, живут за счёт автотрофов, но нуждаются в поступлении таких неорганических соединений, как кислород и вода. В любом конкретном местообитании запасов неорганических соединений, необходимых для поддержания жизнедеятельности населяющих его организмов, хватило бы ненадолго, если бы эти запасы не возобновлялись. Возврат биогенных элементов в среду (углерода, азота, фосфора и др.) происходит как в течение жизни организмов (например, в результате дыхания), так и после

их смерти в результате разложения трупов и растительных остатков. Таким образом, сообщество образует с неорганической средой определённую систему, в которой поток атомов, вызываемый жизнедеятельностью организмов, имеет тенденцию замыкаться в круговорот.

**Основные свойства экосистем** – её способности:

1. осуществлять круговорот веществ в среде обитания,
2. противостоять внешним воздействиям,
3. производить биологическую продукцию.

**Структура экосистемы:**

1. *биоценоз* – взаимосвязанная совокупность организмов, населяющая более или менее однородный участок суши или водной среды:

- 1.1 продуценты
- 1.2 консументы
- 1.3 редуценты

2. *биотоп* – экологические условия среды обитания:

- 2.1 неорганические вещества (С, N, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O и др.), включающиеся в круговороты;
- 2.2 органические соединения (белки, углеводы, липиды, гумусовые вещества и т.д.);
- 2.3 воздушная, водная и субстратная среда, включая климатический режим.

Для поддержания круговорота веществ в системе необходимо наличие:

1. запаса неорганических молекул в усвояемой форме,
2. трёх функционально различных экологических групп организмов – продуцентов, консументов и редуцентов.

**Продуценты** – автотрофные организмы, которые способны синтезировать органическое вещество из неорганических составляющих с использованием внешних источников энергии. (растения, водоросли)

**Консументы** – это гетеротрофные организмы, потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов и трансформирующие его в новые формы. (животные).

**Редуценты** – организмы-гетеротрофы, которые, используя в качестве пищи мёртвое органическое вещество (трупы, фекалии, растительный опад и пр.), в процессе метаболизма разлагают его до неорганических составляющих. Редуценты живут за счёт мёртвого органического вещества, переводя его вновь в неорганические соединения. (микроорганизмы, грибы).

В принципе круговорот атомов может поддерживаться в системе и без промежуточного звена – консументов за счёт деятельности двух других групп. Однако такие экосистемы встречаются скорее как исключения, например, на тех участках, где функционируют сообщества, сформированные только из микроорганизмов. Роль консументов выполняют в природе в основном животные, их деятельность по поддержанию и ускорению циклической миграции атомов в экосистемах сложна и многообразна.

Масштабы экосистем в природе чрезвычайно различны. По размерам экосистемы делят на следующие группы:

- микроэкосистемы (муравейник, гниющий пень, небольшой водоём),
- мезоэкосистемы (лес, река, пруд, поле, болото),
- макроэкосистемы (море, океан, тундра, пустыня, континент),
- глобальная экосистема (биосфера).

Однако ни одна даже самая крупная экосистема не имеет полностью замкнутого круговорота. Материки интенсивно обмениваются веществом с океанами, причём большую роль в этих процессах играет атмосфера, и вся наша планета часть материи получает из космического пространства, а часть отдаёт в космос.

**Пищевые цепи. Трофические уровни.**

Поддержание жизнедеятельности организмов и круговорот вещества в экосистемах возможны только за счёт постоянного притока энергии. В конечном итоге вся жизнь на Земле существует за счёт энергии солнечного излучения, которая переводится растениями в процессе фотосинтеза в химические связи органических соединений. Гетеротрофы получают эту энергию с пищей. Все живые существа являются объектами питания других, т.е. связаны между собой энергетическими отношениями.

**Пищевые (трофические) связи в сообществах – это механизмы передачи энергии от одного организма к другому.**

Трофические связи в биоценозах очень сложные, но путь каждой конкретной порции энергии, накопленной зелёными растениями, короток. Она может передаваться не более чем через 4-6 звеньев ряда, состоящего из последовательно питающихся друг другом организмов. Такие ряды, в которых можно проследить пути расходования изначальной дозы энергии, называют **цепями питания**.

**Цепь питания, или трофическая цепь – взаимоотношения организмов при переносе энергии пищи от источника (зелёных растений) через ряд организмов различных трофических уровней путём поедания одних организмов другими.**

Место каждого звена в цепи питания называют **трофическим уровнем**.

Первый трофический уровень – это всегда продуценты, создатели органической массы (зелёные растения, водоросли).

Второй трофический уровень – растительноядные консументы (например, копытные, зайцеобразные, тли) (консументы первого порядка)

Третий трофический уровень – плотоядные, живущие за счёт растительноядных форм ((консументы второго порядка)

Четвёртый трофический уровень – плотоядные консументы, потребляющие других плотоядных (консументы третьего порядка)

Энергетический баланс консументов складывается следующим образом:

$$P = П + Д + Н,$$

где P – рацион консумента, т.е. количество пищи, съеданной им за определённый период времени,

П – продукция, т.е. траты на рост,

Д – траты на дыхание, т.е. поддержание обмена веществ за тот же период,

Н – энергия неусвоенной пищи, выделенной в виде экскрементов.

Большая часть энергии, получаемой с пищей, используется на поддержание рабочих процессов в клетках. Эти энергетические затраты условно называют тратой на дыхание, так как общие их масштабы можно оценить, учитывая выделение CO<sub>2</sub> организмом.

Меньшая часть усвоенной пищи трансформируется в ткани самого организма, т.е. идёт на рост или откладывание запасных питательных веществ, увеличение массы тела.

Таким образом, основная часть потребляемой с пищей энергии идёт у животных на поддержание их жизнедеятельности (и в конечном счёте теряется, рассеивается в виде тепловой энергии) и лишь сравнительно небольшая – на построение тела, рост и размножение. Иными словами, большая часть энергии при переходе из одного звена пищевой цепи в другое теряется, так как к следующему потребителю может поступить лишь та энергия, которая заключается в массе поедаемого организма. По грубым подсчётам, эти потери составляют около 90% при каждом акте передачи энергии через трофическую цепь. Следовательно, если калорийность растительного организма 1000 Дж, при полном поедании его травоядным животным в теле последнего останется из этой порции всего 100 Дж, в теле хищника – лишь 10 Дж, а если этот хищник будет съеден другим, то на его долю придётся только 1 Дж, т.е. 0,1%.

Отсюда вытекает **закон пирамиды энергии, правило десяти процентов: С одного трофического уровня экологической пирамиды на другой должно переходить в среднем 10% энергии.**

Этот закон, в частности, позволяет делать расчёты необходимой земельной площади для обеспечения населения продовольствием.

Таким образом, запас энергии, накопленный зелёными растениями, в цепях питания стремительно иссякает. Поэтому пищевая цепь обычно включает всего 4-5 звеньев. Потерянная в цепях питания энергия может быть восполнена только поступлением новых её порций. Поэтому в экосистемах не может быть круговорота энергии, аналогичного круговороту веществ. Экосистема функционирует только за счёт поступления извне потока энергии в виде солнечного излучения или готовых запасов органического вещества.

Трофические цепи, которые начинаются с фотосинтезирующих организмов, называют **цепями выедания** (или **пастбищными**, или **цепями потребления**).

Трофические цепи, которые начинаются с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных, - это **детритные цепи разложения**. Таким образом, поток энергии, входящий в экосистему, разбивается далее как бы на два основных русла, поступая к консументам через живые ткани растений или запасы мёртвого органического вещества, источником которого также является фотосинтез.

В разных типах экосистем мощность потоков энергии через цепи выедания и разложения различна. В водных сообществах большая часть энергии, фиксированной одноклеточными водорослями, поступает к животным, питающимся этим фитопланктоном, и далее к хищникам, и значительно меньшая часть энергии включается в цепи разложения. В большинстве экосистем суши противоположное соотношение: в лесах, например, более 90% ежегодного прироста растительной массы поступает через опад (опавшие листья и т.п.) в детритные цепи разложения.

Вместе с полезными веществами в организм поступают и вредные. Наблюдения показывают, что *если полезное вещество при его изменении легко выводится из организма, то вредное не только плохо выводится, но и накапливается в пищевой цепи (биоаккумуляция)*. Таков закон природы, называемый **правилом накопления токсических веществ в пищевой цепи**. В среднем концентрация вредного вещества в каждом последующем уровне экологической пирамиды оказывается примерно на порядок (в 10 раз) выше, чем в предыдущем.

## Продуктивность экосистем

*Первичная и вторичная продукции.*

Скорость, с которой продуценты экосистемы фиксируют солнечную энергию в химических связях синтезируемого органического вещества, определяет продуктивность сообществ.

|| **Первичной продукцией сообщества называют органическую массу, создаваемую растениями за единицу времени.**

Часть этой продукции (от 40 до 70 %) идёт на поддержание жизнедеятельности самих растений (траты на дыхание). Оставшаяся часть созданной органической массы характеризует *чистую первичную продукцию*, которая представляет собой величину прироста растений. Чистая первичная продукция – это энергетический резерв для консументов и редуцентов. Перерабатываясь в цепях питания, она идёт на пополнение массы гетеротрофных организмов.

|| **Прирост за единицу времени массы консументов – это вторичная продукция сообщества.**

*Правила пирамид.*

Всем без исключения экосистемам свойственны определённые количественные соотношения первичной и вторичной продукции, получившие название

**правило пирамиды продукции:**

**на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы, создаваемой за единицу времени, больше, чем на последующем.**

Скорость создания органического вещества не определяет его суммарные запасы, т.е. общую биомассу всех организмов каждого трофического уровня. Наличная биомасса продуцентов или консументов в конкретных экосистемах зависит от того, насколько сильно выедание образовавшихся запасов.

В большинстве наземных экосистем действует также **правило пирамиды биомасс:**

**суммарная масса растений оказывается больше, чем биомасса всех фитофагов и травоядных, а масса тех, в свою очередь, превышает массу всех хищников.**

В наземных экосистемах отношение годового прироста растительности к биомассе сравнительно невелико:

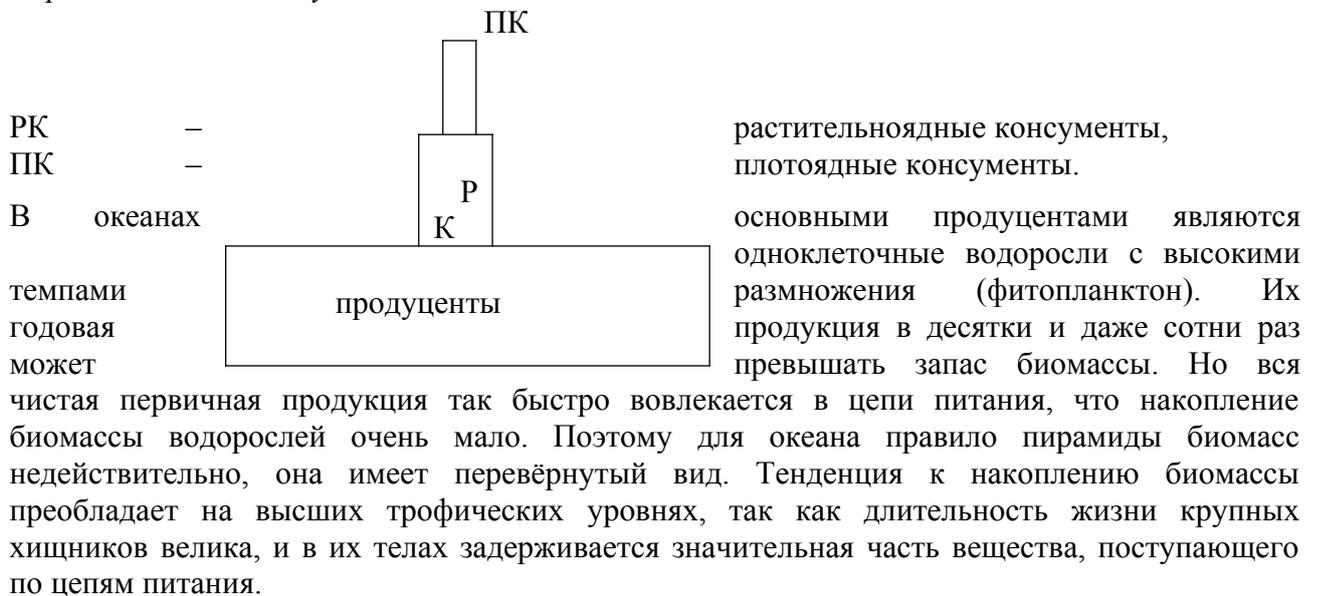
в лесах годовая продукция составляет лишь 2-6 % от общей массы растений, накопленной в телах долгоживущих крупных деревьев,

годовая продукция в степях, где господствуют травянистые формы, гораздо выше – 41-55 % от общей биомассы (максимум 76 %).

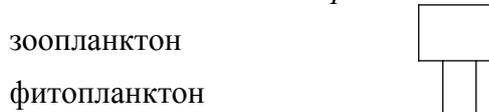
Отношение первичной продукции к биомассе растений определяет масштабы выедания растительной массы, которые возможны в сообществе без подрыва его продуктивности. Копытные, грызуны, насекомые в степях используют до 70 % годового прироста растений, тогда как в лесах в среднем не более 10 %.

Графически это правило часто выражают в виде пирамид, суживающихся кверху и образованных поставленными друг на друга прямоугольниками равной высоты, длина которых определяет количество биомассы на соответствующих трофических уровнях.

*Пирамида биомассы луга:*



*Пирамида биомассы океана:*



### **Агрэкосистемы**

*Агрэкосистемы* (сельскохозяйственные экосистемы), создаваемые человеком для получения высоко чистой продукции автотрофов (урожая), отличаются от природных рядом особенностей:

1. В них резко снижено разнообразие организмов. На полях обычно культивируют один или несколько видов растений, в связи с чем резко обедняется и животное население, и состав микроорганизмов в биоценозе. На культурных пастбищах с подсевом трав также сильно упрощается видовая структура. Видовое разнообразие разводимых человеком животных ничтожно мало по сравнению с природным.
2. Виды, культивируемые человеком, поддерживаются искусственным отбором в состоянии, далёком от первоначального, и не могут выдерживать борьбу за существование с дикими видами без поддержки человека.

3. Агроэкосистемы получают дополнительный поток энергии, кроме солнечной, благодаря деятельности людей, животных и механизмов, обеспечивающих необходимые условия роста культивируемых видов. Чистая первичная продукция (урожай) удаляется из экосистемы и не поступает в цепи питания. Частичное использование её вредителями представляет нежелательное явление и всячески пресекается деятельностью человека.

В настоящее время пахотными землями и пастбищами занято свыше 30 % суши, и деятельность людей по поддержанию этих систем превращается в глобальный экологический фактор.

Несмотря на значительную упрощённость агроэкосистем, в них всё же сохраняется множество связей, в конечном счёте влияющих на судьбу урожая. Сопоставление сведений о флоре и фауне пшеничных полей показывает гигантскую сложность даже предельно простого агроценоза, здесь сохраняется более тысячи видов.

Условия, которым в идеале должны соответствовать поля сельскохозяйственных культур, - быть высокопродуктивными и вместе с тем стабильными – с экологической точки зрения несовместимы. В природных экосистемах первичная продукция растений потребляется в многочисленных цепях питания и вновь возвращается в виде минеральных солей и углекислого газа в систему биологического круговорота. Ограждая урожай от его природных потребителей, собирая его и заменяя естественный опад органическими и минеральными удобрениями, мы обрываем множество цепей питания и нарушаем стабильность сообщества. По существу, все усилия по созданию высокого урожая отдельных культур есть борьба против природы, и эта борьба требует больших затрат труда и материальных средств, т.к. такие сообщества неустойчивы, не способны к самовозобновлению и саморегулированию, подвержены угрозе гибели от массового размножения вредителей или болезней.

Искусственная регуляция численности вредителей – по большей части необходимое условие поддержание агроэкосистем. Подавление численности вредителей химическими средствами (ядохимикатами, гербицидами), кроме загрязнения среды и включения ядов в цепи питания, часто вызывает так называемый бумеранг-эффект: вслед за подавлением численности вредителя вскоре возникает новая, ещё более мощная его вспышка. Обычно применение ядохимикатов тотального действия сильнее влияет на естественных врагов вредителя, чем на его собственные популяции. В результате следующие поколения вредителей полностью освобождаются из-под пресса паразитов и хищников и происходит их массовое размножение. Таким образом, незнание экологических основ регуляции численности популяций приводит к экономическим потерям. В трёхзвенной цепи культурное растение – вредитель – паразит повышение чистой продукции растений может быть достигнуто как подавлением второго звена, так и усилением третьего. Именно этот подход используется в разработке биологических методов борьбы с вредителями.

В связи с общим развитием экологических знаний на смену представлениям о предельной упрощённости агроценозов приходит понимание их сложной системной организации, где человек существенно влияет лишь на отдельные звенья, а вся система продолжает развиваться по естественным, природным законам.

## **Тема 2.2. Развитие экосистем. Сукцессии**

Развитие биоценозов, при котором имеет место замещение во времени одного сообщества другим, называют экологической сукцессией.

В большинстве случаев процессы сукцессии занимают временные промежутки, измеряемые годами и десятилетиями.

Экологические сукцессии – это последовательная смена экосистем при постепенном направленном изменении условий среды, например, при нарастании (или убывании) влажности или богатства почвы, при изменении климата и т.д. Параллельно (или с некоторым отставанием) с изменениями условий среды изменяется состав живых организмов и продуктивность экосистемы, постепенно роль одних видов убывает, а других – увеличивается, разные виды выбывают из состава экосистемы или, наоборот, пополняют его.

Сукцессии могут вызываться внутренними и внешними факторами. Под влиянием внутренних факторов сообщество меняется от менее продуктивного к более продуктивному. Так, замшелые скалы зарастают травами, кустарниками и деревьями, водоёмы – высоким тростником, осоками, а затем и лесом. Если из-за появления новых внешних факторов (загрязнение, засоление почв) экосистема перестаёт соответствовать условиям среды, то в ней начинают происходить изменения до тех пор, пока она не придёт в устойчивое равновесие с условиями среды.

***Экологическая сукцессия – это последовательная смена биоценозов, преемственно возникающих на одной и той же территории под воздействием природных или антропогенных факторов.***

Сукцессия – это развитие экосистем во времени.

Последовательные сообщества, сменяющие друг друга на данном пространстве, называются ***сукцессионными сериями***.

Цепь стадий (серий) называется ***сукцессионным рядом***.

Сукцессия завершается формированием сообщества, наиболее адаптированного к условиям среды. Такое сообщество называется климакс (от греч. *klímax* – лестница, зрелая ступень).

***Климакс – это состояние стабилизированной экосистемы, характеризующееся устойчивым динамическим равновесием между биоценозом и климатическими и географическими условиями среды.***

***Экологическое равновесие*** – это состояние экосистемы, при котором состав и продуктивность биотической части (растений, животных, грибов, бактерий, водорослей) в каждый конкретный момент времени наиболее полно соответствует абиотическим условиям – почве и климату.

Экологическое равновесие в экосистемах поддерживается сложными механизмами взаимоотношений между живыми организмами и условиями среды, между особями одного вида и особями разных видов друг с другом.

Климаксные сообщества характеризуются устойчивым динамическим равновесием между биотическими потенциалами входящих в сообщество популяций и сопротивлением среды.

Главная особенность экологического равновесия экосистемы – его подвижность. На климаксных стадиях сукцессии продолжают динамические процессы, обусловливаемые изменениями среды обитания, сменой поколений организмов. Существуют обратимые циклические изменения в экосистеме (флуктуационного типа) – это изменения экосистемы в течение года от весны до весны при колебаниях климата в разные годы и изменении роли некоторых видов в связи с ритмами их жизненного цикла (вспышки численности непарного шелкопряда в лесу или мышевидных грызунов в степи). Однако все эти колебания, как правило, более или менее регулярны и не выходят за границы устойчивости экосистемы – её обычного размера, видового состава, биомассы, продуктивности, которые соответствуют географическим и климатическим условиям местности.

Стабильность экосистемы (т.е. способность экосистем сохранять свою структуру и функциональные свойства при воздействии внешних факторов), как правило, тем больше, чем больше она по размеру и чем богаче и разнообразнее её видовой и популяционный состав.

Наиболее существенный вклад в разработку концепции сукцессий сделал американский ботаник Ф.Клементс. Современная концепция экологических сукцессий расходится с представлениями Ф.Клементса лишь по некоторым относительно второстепенным пунктам.

1. Согласно Ф.Клементсу, в одной биоклиматической зоне возможен лишь один вариант климаксного сообщества, независимо от того, как начиналась сукцессия. Современные исследования показали, что многообразие влияний на ход сукцессии приводит к тому, что устойчивыми в данных географических условиях могут быть несколько типов биоценозов (гипотеза «поликлимакса») или даже мозаика таких сообществ.

2. Ф.Клементс полагал, что все сукцессионные смены сообществ могут быть только прогрессивными. В настоящее время признано, что в определённых условиях сукцессия

может быть регрессивной, направленной на обеднение и упрощение сообществ. Особенно часто сукцессии такого рода возникают в результате антропогенных воздействий на биоценоз, нарушающих оптимальность условий существования тех или иных видов.

**3.** Не выдержало испытания временем и утверждение Клементса об исключительном значении климата как движущей силы сукцессий. Первопричиной смены фитоценозов он считал изменение отдельных климатических факторов, а реакция экосистем в виде смены последовательного ряда сообществ представляет адаптивный ответ на экосистемном уровне. Однако смены сообществ могут происходить и под влиянием других факторов – таких, как изменения рельефа, почвы, гидрологического режима и т.п. Важнейшее значение в современной экологии придаётся биоценотическим факторам сукцессии: виды растений (а также и животных) изменяют условия обитания для других видов, таким образом «подготавливая почву» для последующего этапа сукцессии.

В соответствии с этим в современной экологии различают *сукцессии аллогенные и автогенные*.

**Аллогенная сукцессия** – это сукцессия, вызванная внешними, абиотическими причинами, например, шторм, пожар, воздействие человека – мелиоративное осушение болот, загрязнение водоёмов (переход от эвтрофного озера к болоту), неумеренный выпас скота, рекреационная нагрузка на леса и т.п.

**Автогенная сукцессия** – это сукцессия, определяемая в основном внутренними взаимодействиями, т.е. изменением структуры и системы связей в существующих сообществах.

Автогенные сукцессии – это сукцессии, происходящие в результате изменения условий среды самими сообществами.

Впрочем, эти две категории сукцессий взаимосвязаны и могут переходить одна в другую.

### **Первичные и вторичные сукцессии**

По общему характеру сукцессии подразделяются на *первичные и вторичные*.

**Первичная сукцессия** – это сукцессия, начинающаяся на участке, прежде не заселённом, т.е. на субстрате, не изменённом деятельностью живых организмов.

*Первичная сукцессия* – это постепенное заселение организмами появившейся девственной суши, оголённой материнской породы (отступившие море или ледник, высохшее озеро, песчаные дюны, голые скалы и застывшая лава после вулканического извержения). (Это автогенные сукцессии.) В этих случаях решающую роль играет процесс почвообразования.

Например, *первичная сукцессия на скалах* начинается с поселения накипных лишайников на камнях. Уже на этой стадии формируется комплекс видов микроскопических водорослей, простейших, нематод, некоторых насекомых и клещей, который способствует созданию первичной почвы. Под действием выделений лишайников каменистый субстрат постепенно превращается в подобие почвы, где поселяются затем кустистые лишайники, зелёные мхи, а позднее – травы, кустарники и деревья-пионеры (берёза, осина, ива). С появлением растительности появляются мелкие животные, что значительно ускоряет образование почвы и постепенное заселение территории сериями всё более сложных растительных сообществ, всё более крупными растениями и животными. Так система постепенно проходит все стадии развития до климаксного, т.е. стабилизированного состояния.

Сходным образом идёт смена сообществ *на ледниковых отложениях* в виде очень тонкой почвы. Наблюдения на Аляске показали, что формирование фитоценоза начинается с мхов и осок; вслед за ними в сообщество включаются стелющиеся, а затем и кустарниковые формы ив. Позднее (примерно через 20-25 лет) возникают ольшатники; вслед за ними появляется ель, которая и составляет основу завершающего сообщества в виде смешанного леса, формирующегося примерно через 100 лет после начала сукцессии.

Другой пример сукцессии – это процесс изменения растительности *на песчаных дюнах*. Вначале здесь поселяются многолетние растения, способные переносить засушливые условия. Они укрепляют поверхность дюны и вносят в песок органические вещества. Вслед за многолетниками появляются однолетники. Их рост и развитие способствуют обогащению

субстрата органическим материалом, так что постепенно создаются условия, подходящие для произрастания таких растений, как ива, толокнянка, чабрец. Эти травы предшествуют появлению проростков сосны, которые закрепляются здесь и спустя много лет образуют сосновые леса на песчаных дюнах.

Одно из классических исследований экологической сукцессии проводилось на берегах оз. Мичиган. По мере того, как площадь озера сокращалась, происходило образование песчаных дюн всё более молодого возраста; поэтому, удаляясь постепенно от озера, можно наблюдать последовательные стадии сукцессии. Самые молодые дюны, находящиеся ближе всего к озеру, покрыты травой, и их фауна состоит из одних насекомых; следующие по возрасту дюны покрыты кустарником; далее – хвойными растениями, и, наконец, - берёзово-кленовый фитоценоз с толстым слоем почвы, уже созданным растениями и животными, и густо населённым дождевыми червями и улитками.

К специфическим особенностям сукцессии относится то, что для каждой сукцессионной серии присущ тот набор видов, которые характерны для данного региона и которые наиболее приспособлены к данной стадии развития экосистемы. Различными могут быть и климаксные сообщества.

К общим закономерностям относится следующее: в ходе первичной сукцессии происходит заселение субстрата живыми организмами, увеличение их видового разнообразия, постепенное обогащение почв органическим веществом, возрастание их плодородия, усиление связей между различными видами или трофическими группами организмов, уменьшение числа свободных экологических ниш, постепенное формирование всё более сложных биоценозов и экосистем, повышение их продуктивности. Более мелкие виды организмов, особенно растительных, при этом, как правило, сменяются более крупными, интенсифицируются процессы круговорота веществ.

***Вторичные сукцессии имеют восстановительный характер и возникают на месте нарушенных или разрушенных экосистем.***

Например, восстановление климаксового лесного биоценоза после пожара или вырубки, или зарастание площадей, находившихся под сельскохозяйственными угодьями.

Основное отличие этих сукцессий заключается в том, что они протекают несравненно быстрее первичных, т.к. начинаются с промежуточных стадий (трав, кустарников) и на фоне более богатых почв.

В таёжной зоне Евразии появление открытого пространства на месте еловых лесов в результате пожара или сплошной рубки коренным образом меняет режим освещения, температуры, влажности и др. факторов. Изменения эти неблагоприятны для хвойных деревьев и таёжных видов животных, их развитие угнетается. Зато на освещённых, относительно сухих и хорошо прогреваемых местах формируется временное сообщество из светолюбивых трав (вейник, Иван-чай и др.). Позднее поселяются кустарники.

Одновременно формируется связанный с лугово-кустарниковой растительностью комплекс животного населения: многочисленные насекомые, грызуны, рептилии, птицы, гнездящиеся на земле. Эта стадия занимает в среднем 2-3 года.

Затем начинается интенсивное развитие светолюбивых мелколиственных древесных пород (осины, берёзы). Постепенно подросшие деревья вытесняют кустарники и наиболее светолюбивые виды трав; кустарниково-луговое сообщество сменяется лиственным молодым лесом с несомкнутым кронами (жердняк). Это влечёт за собой и изменение животного населения: оно обедняется за счёт эмиграции видов, ранее связанных с кустарниками и богатым разнотравьем.

После смыкания крон и перехода сообщества в фазу лиственного леса (через 10-15 лет после начала сукцессии) биоценоз вновь усложняется. Появляются, в частности, птицы, гнездящиеся на деревьях, мелкие млекопитающие – землеройка, крот, ёж.

Под древесным пологом, в условиях затенения и повышенной влажности, начинается интенсивное прорастание семян ели. Постепенно хвойный молодняк окончательно заглушает луговую травянистую растительность; её сменяют мхи и лесное разнотравье. В смешанном елово-берёзовом лесу появляются зайцы, лесные полёвки, мыши, белки. Растущие ели, смыкание еловых крон угнетает берёзы и осины, которые постепенно выпадают из

древостоя. В конце концов, восстанавливается исходный тип лесного сообщества – хвойный лес. Соответственно изменяется и фауна.

Весь процесс от вырубki (пожара) до формирования устойчивого таёжного биоценоза занимает в среднем 90 – 150 лет.

1-3 года – травы и кустарники

10 – 15 лет - лиственный лес

20 – 25 лет - лиственный лес с подростом ели

30 – 50 лет - смешанный лес

90 – 150 лет - хвойный лес

Таким образом, происходит сукцессия, при которой вначале берёзовый, затем смешанный елово-берёзовый лес сменяется чистым ельником.

Впрочем, сукцессия описанного типа не всегда доходит до восстановления исходного биоценоза. Под действием ряда конкретных факторов она может остановиться на одной из промежуточных стадий. Например, пастьба скота на вырубках и пожарищах может «повернуть» сукцессию в сторону формирования суходольного луга. Избыточное увлажнение может привести к заболачиванию вырубки, что препятствует восстановлению древесной растительности. В определённых условиях процесс может остановиться на стадии берёзово-осинового леса.

Вторичная сукцессия возможна только в тех случаях, если человек не будет оказывать сильное и постоянное влияние на развивающиеся экосистемы. Антропогенные воздействия могут привести к *дигрессиям* (лат. дигрессион – отклонение) – упрощению экосистем. Различают пастбищные, рекреационные и др. дигрессии. Дигрессии завершаются стадиями *катоценоза* (греч. ката – вниз), которые нередко заканчиваются полным распадом экосистем и опустыниванием территорий.

К вторичным сукцессиям относятся и такие, при которых исходной силой, вызывающей смену сообществ, оказываются нарушения стабильных взаимодействий в биоценозе. Таковы, в частности, *зоогенные сукцессии*, выражающиеся в изменении фитоценоза при чрезмерном выпасе скота. Усиление нагрузки ведёт в первую очередь к уплотнению почвы, что увеличивает её капиллярность. В результате формируются восходящие потоки влаги, которая испаряется с поверхности почвы. Проходя через глубокие слои с повышенным засолением, эти потоки влаги способствуют поднятию солевых горизонтов. Это обстоятельство, а также чрезмерное выедание дерновин и их вытаптывание приводят к смене злаков полынями, солянками и др.; идёт процесс «опустынивания» степи.

Процесс перестройки и ксерофизации фитоценоза в результате перевыпаса сопровождается расселением и ростом численности сухолюбивых видов животных – насекомых, птиц, млекопитающих (суслики, тушканчики, степные виды полёвок и др.). На пастбищах увеличивается число копрофагов, специфических паразитов домашнего скота, а также концентрируются крупные хищники и падальщики.

#### **Тенденции изменения основных характеристик экосистемы в процессе сукцессии**

Группа признаков	Тенденции изменения
Энергетика	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возрастает продукция органического вещества, продуктивность (П).</li> <li>2. Возрастает биомасса организмов (Б).</li> <li>3. Увеличиваются затраты на дыхание (Д).</li> <li>4. Отношение П/Д приближается к 1 (П/Д = 1 в климаксе).</li> <li>5. Отношение Б/П возрастает.</li> </ol>
Круговорот веществ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Круговорот биогенных элементов становится всё более замкнутым.</li> <li>2. Увеличивается время оборота питательных веществ.</li> <li>3. Увеличивается запас важных биогенных элементов.</li> </ol>
Структура сообщества	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изменяется видовой состав.</li> <li>2. Возрастает видовое разнообразие.</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Увеличиваются размеры организмов.</li> <li>4. Усложняются и удлиняются жизненные циклы.</li> <li>5. Увеличиваются взаимосвязи между организмами.</li> <li>6. Усложняются цепи и сети питания.</li> <li>7. Развивается взаимовыгодный симбиоз.</li> </ol>
Стабильность	Возрастает резистентная устойчивость (устойчивость к воздействию различных факторов).

Таким образом, общая стратегия развития экосистем состоит в возрастании эффективности использования энергии и биогенных элементов, достижении максимального разнообразия видов и усложнении структуры системы.

### Тема 2.3. Биосфера как глобальная экосистема. Компьютерная презентация – 2 часа.

Начало учения о биосфере обычно связывают с именем французского натуралиста Ж. Ламарка. Определение биосферы как особой оболочки Земли и само её название было предложено австрийским геологом Э. Зюссом в 1875 году. Учение о биосфере создал русский учёный В.И.Вернадский.

Согласно современным представлениям,

**Биосфера – это своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с данными организмами.**

Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхние горизонты литосферы.

**Атмосфера** – газовая оболочка Земли, связанная с ней силой тяжести и принимающая участие в её суточном и годовом вращении. Это наиболее лёгкая оболочка нашей планеты, граничащая с космическим пространством. Она насквозь пронизывается мощной радиацией Солнца, которое определяет тепловой режим поверхности планеты, вызывает диссоциацию молекул атмосферных газов и ионизацию атомов.

Атмосфера содержит по массе: азота – 75,5 %, кислорода – 23,2 %, аргона – 1,3 %, углекислого газа – 0,05 % и т.д. Несмотря на ничтожное количество диоксида углерода, небольшое его увеличение приводит к парниковому эффекту – опасному повышению температуры Земли. Ближе к поверхности Земли (20-30 км) содержатся пары воды.

Одним из важнейших компонентов атмосферы является озон O<sub>3</sub>. Для его образования необходимы свободные атомы кислорода, которые возникают при разложении молекул кислорода под воздействием квантов УФ излучения Солнца. Озон образуется при столкновении



В то же время озон поглощает ультрафиолетовую радиацию, разлагаясь на молекулярный и атомный кислород. Таким образом, образование и разложение озона связаны с поглощением ультрафиолетовой радиации Солнца, которая губительна для живых организмов. Основная масса озона располагается на высоте 20 – 25 км. Озоновый слой имеет исключительное значение для сохранения жизни на Земле.

Атмосфера делится на слои, различающиеся температурой, степенью ионизации молекул, давлением и др. параметрами: тропосфера, стратосфера, мезосфера, термосфера и экзосфера. Плотность воздуха постепенно убывает, и атмосфера без резких границ переходит в межпланетное пространство. Жизнь охватывает только нижнюю часть атмосферы – тропосферу.

**Гидросфера** – прерывистая водная оболочка Земли, занимает 71% площади планеты. Она находится в виде паров и облаков в земной атмосфере, формирует океаны и моря, существует в замороженном состоянии в виде мощных ледников, покрывающих полярные участки суши, образует подземные воды. Мировой океан – это 94 % массы природных вод, подземные воды – 4 %, ледники – 1,7 %, речные воды – 10<sup>-4</sup> %, озёра – 0,02 %. Гидросфера является средой обитания гидробионтов, встречающихся от плёнки поверхностного

натяжения воды до максимальных глубин мирового океана (10-11 км), и практически полностью входит в состав биосферы.

**Литосфера** – верхняя твёрдая оболочка Земли, часть которой входит в состав биосферы. Наиболее распространённым элементом земной коры является кислород, который определяет едва ли не половину (47,3 %) массы земной коры и 92 % её объёма. Наиболее распространённые компоненты земной коры: оксиды кремния, алюминия, кальция, магния, железа, натрия, калия и вода. Преобразование литосферы живым веществом началось около 450 млн. лет назад и привело к появлению почвы, населённой живыми организмами (до 8-10 м от поверхности). Фактором, ограничивающим распространение жизни вглубь, является в основном высокая температура.

*Верхняя граница биосферы* обуславливается лучистой энергией, убивающей всё живое, т.е. естественной верхней границей является озоновый экран, расположенный на расстоянии около 16 км от поверхности Земли на полюсах и до 25 км над экватором. Но только немногие птицы поднимаются до высочайших горных вершин, т.е. до 7-8 км. Нет ни одного организма, который всегда бы жил в воздушной среде. Верхняя граница жизни в горах растений – 6200 м из-за нехватки углекислого газа для фотосинтеза.

*Нижняя граница жизни* в литосфере теоретически определяется высокой температурой. Температура 100°C представляет непреодолимую преграду. Живые организмы в трещинах и нефтеносных скважинах могут встречаться на глубине до 3 км от земной поверхности. В морях предельная для жизни температура встречается на глубине около 10 км. Таким образом, толщина биосферы не более 20 км, но основная масса живого вещества сконцентрирована в приповерхностном слое толщиной 50-100 м – это высота лесного полога и глубина проникновения основной массы корней. В этих же границах сконцентрированы наземные и почвенные животные и микроорганизмы. В океане наиболее обжиты растениями и животными освещаемые солнцем и прогреваемые до глубины 10-20 м приповерхностные толщи воды. В этом тонком слое биосферы сконцентрировано более 90% биомассы растений и животных. Биосфера является самой большой, глобальной экосистемой.

Согласно В.И.Вернадскому, вещество биосферы состоит из:

- *Живого вещества* – биомассы современных живых организмов.
- *Биогенного вещества* – вещества, преобразованного деятельностью живых организмов - все формы детрита (мёртвое органическое вещество, продукты выделения и распада организмов), а также торф, уголь, нефть и газ биогенного происхождения.
- *Биокосного вещества* – смесей биогенных веществ с минеральными породами (почва, илы, природные воды, газо- и нефтеносные сланцы, часть осадочных карбонатов).
- *Косного вещества* – горных пород, минералов, осадков, не затронутых прямым биогеохимическим воздействием организмов.

Количества живого, биогенного и биокосного вещества в биосфере соотносятся как 1:20:4000.

*Согласно современным воззрениям, в понятие биосферы следует включать только живое вещество (совокупность живых организмов) и современное биогенное вещество (вещества, потребляемые, преобразуемые или производимые живыми организмами).*

## **Живое вещество**

**Живое вещество биосферы** занимает ничтожное пространство в объёме всего земного шара. Широкое распространение этого термина связано главным образом с работами В.И.Вернадского. Он ясно показал, что всё количество живых организмов Земли образуют единое целое – живое вещество планеты.

### **Свойства живого вещества:**

1. способность быстро занимать всё свободное пространство. В.И.Вернадский назвал это свойство «всюдностью жизни».

2. движение не только пассивное (под действием силы тяжести, например), но и активное.
3. устойчивость (физическая и химическая) при жизни и быстрое разложение после смерти.
4. адаптация к изменяющимся условиям жизни.
5. феноменально высокая скорость протекания химических реакций – в тысячи раз быстрее, чем в неживом веществе.
6. высокая скорость обновления (скорость обновления в среднем для биосферы – 8 лет, для суши – 14 лет, для океана (планктон) – 33 дня).
7. отличительной особенностью живого вещества является то, что слагающие его индивидуальные химические соединения (белки, ферменты и т.д.) устойчивы только в живых организмах (в значительной мере это характерно и для минеральных соединений, входящих в состав живого вещества).

### **Биогеохимические функции живого вещества**

Благодаря способности трансформировать солнечную энергию в энергию химических связей растения и другие организмы выполняют ряд фундаментальных биогеохимических функций планетарного масштаба.

*Первая функция – газовая.* Живые вещества постоянно обмениваются кислородом и углекислым газом с окружающей средой в процессах фотосинтеза и дыхания растений и животных. Растения сыграли решающую роль в смене восстановительной среды на окислительную в геохимической эволюции планеты и в формировании состава современной атмосферы. Они строго контролируют концентрации кислорода и углекислого газа, оптимальные для всей современной биоты (биота – любая пространственная совокупность всех живых организмов).

Подземные горючие газы порождены жизнью, они являются продуктами разложения органических веществ растительного происхождения. Наиболее распространённым является болотный газ – метан.

*Вторая функция – концентрационная.* Организмы накапливают (концентрируют) в своих телах многие химические элементы. На первом месте стоит углерод. В угле содержание углерода по степени концентрации в тысячи раз больше, чем в среднем для земной коры. Нефть – концентратор углерода и водорода, поскольку они имеют *биогенное* происхождение (т.е. образовались в результате жизнедеятельности или из останков живых организмов). Целые горные хребты сложены останками животных с известковыми составляющими, где важное место занимает кальций. Фосфор накапливается в костях позвоночных животных. У значительной части железных руд имеется биогенное происхождение. Они формируются под действием железобактерий.

*Третья функция – окислительно-восстановительная.* Многие вещества в природе крайне устойчивы и не подвергаются окислению при обычных условиях, например, молекулярный азот (один из важнейших биогенных элементов). Но живые клетки располагают настолько эффективными катализаторами – ферментами, что способны осуществлять многие окислительно-восстановительные реакции в миллионы раз быстрее, чем это может происходить в неживой природе.

В процессе жизнедеятельности и после своей гибели организмы (в первую очередь особые бактерии), обитающие в разных водоёмах, регулируют кислородный режим и тем самым создают условия, благоприятные для растворения или осаждения ряда металлов с переменной валентностью (железо, марганец и др.)

*Четвёртая функция – биохимическая.* Она связана с ростом, размножением и перемещением живых организмов в пространстве, с их распространением в разные географические области.

*Пятая функция – энергетическая.* Роль зелёных растений заключается в том, что они потребляют энергию Солнца в процессе фотосинтеза и накапливают её в виде энергии химических связей синтезируемых органических веществ.

По современным оценкам, общее количество массы живого вещества равно 2420 млрд. т, что меньше одной миллиардной массы Земли. Если массу живого вещества распределить по всей

поверхности планеты, то получится слой всего в 1,5 см. Живое вещество биосферы на 98,6 % представлено биомассой наземных растений.

### Распределение жизни в биосфере

На поверхности Земли в настоящее время полностью лишены живых существ лишь области обширных оледенений и кратеры действующих вулканов. В.И.Вернадский указывал на «всюдность» жизни в биосфере.

Крайние пределы температур, которые выносят некоторые формы жизни, - от практически абсолютного нуля до +180°C. Давление, при котором существует жизнь, - от долей атмосферы на большой высоте до тысячи и более атмосфер на больших глубинах. Для ряда бактерий верхние критические точки давления лежат в области 12 тыс. атм. С другой стороны, семена и споры растений, мелкие животные в анабиозе сохраняют жизнеспособность в полном вакууме.

Живые организмы могут существовать в широком диапазоне химических условий среды. Первые живые существа Земли жили в бескислородной атмосфере. Уксусные нематоды обитают в чанах с бродящим уксусом. Ряд микроорганизмов живёт в концентрированных растворах солей, в том числе медного купороса, фторида натрия, в насыщенном растворе поваренной соли. Серные бактерии выживают в концентрированных растворах серной кислоты.

Некоторые особо устойчивые формы могут существовать даже при действии ионизирующей радиации. Например, ряд инфузорий выдерживает излучение, по дозе в 3 млн. раз превышающее естественный радиоактивный фон на поверхности Земли, а некоторые бактерии обнаружены даже в котлах ядерных реакторов.

Выносливость жизни в целом к отдельным факторам среды шире диапазонов тех условий, которые существуют в современной биосфере. Жизнь, таким образом, обладает значительным «запасом прочности», устойчивости к воздействию среды и потенциальной способностью к ещё большему распространению.

Наряду с этим распределение жизни в биосфере отличается крайней неравномерностью. Она слабо развита в пустынях, тундрах, глубинах океана, высоко в горах, тогда как в других участках биосферы чрезвычайно обильна и разнообразна. Наиболее высока концентрация живого вещества на границах раздела основных сред – в почве, т.е. пограничном слое между литосферой и атмосферой, в поверхностных слоях океана, на дне водоёмов и особенно там, где все три среды – почва, вода и воздух – близко соседствуют друг с другом. Места наибольшей концентрации организмов в биосфере В.И.Вернадский назвал «плёнками жизни».

На суше можно выделить две *плёнки жизни*:

- наземная пленка жизни;
- почвенная пленка жизни.

В океане выделяют две **жизненные плёнки** (планктонную и донную). В донной плёнке жизни живет 157 тыс. из 160 тыс. видов морских животных. Концентрация живого вещества в донной плёнке шельфа может быть весьма значительной. Но все же в наиболее глубоководных участках океана биомасса составляет менее 1 г на 1м<sup>2</sup> дна.

Если образование планктонной плёнки жизни обусловлено прежде всего проникновением солнечного света в верхние слои океана, то скопление жизни в донной плёнке определяется потоками отмерших организмов. Поэтому между распределением биомасс планктонной и донной плёнок жизни существует тесная корреляционная зависимость: участкам с высокой биомассой планктона соответствуют участки с повышенным содержанием живого вещества на дне.

### Геохимическая работа живого вещества

Весь лик Земли – все её ландшафты, атмосфера, химический состав вод – всё это обязано своим происхождением прежде всего жизни. Именно жизнь, или, как говорил В.И.Вернадский, *живое вещество*, используя энергию, приходящую на Землю из космоса

(прежде всего от Солнца), преобразует мёртвое (*косное*, по терминологии Вернадского) вещество. В.И.Вернадский подчёркивал, что *живое вещество – самая активная форма материи во Вселенной*, оно за время своего существования полностью преобразовало верхние оболочки Земли. Около 99% всего вещества в верхних слоях литосферы трансформировано (видоизменено) живыми организмами. Большая часть поверхности земного шара покрыта вторичными осадочными породами, которые являются результатами жизнедеятельности живых организмов. По мнению В.И.Вернадского, в природе нет более мощной геологической силы, чем живые организмы и продукты их жизнедеятельности.

В биосфере в результате жизнедеятельности микроорганизмов в больших масштабах осуществляются такие химические процессы, как окисление и восстановление элементов с переменной валентностью (азот, сера, железо, марганец и др.). Геологические результаты деятельности этих микроорганизмов проявляются в образовании осадочных месторождений серы, залежей сульфидов металлов, в возникновении железных и железомарганцевых руд.

За счёт жизнедеятельности огромного числа гетеротрофов, в основном грибов, животных и микроорганизмов, происходит гигантская в масштабах всей Земли работа по разложению органических остатков. Разложение органических соединений в конечном счёте до углекислого газа, аммиака и воды, а в анаэробных (бескислородных) условиях – до водорода и углеводов представляет процесс минерализации. Продукты минерализации вновь используются автотрофами (растениями). Природные воды, обогащенные этими продуктами минерализации, становятся химически высокоактивными и разрушают горные породы.

Кроме того, в почве часть веществ ароматической природы под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов вновь конденсируется с образованием сложного комплекса соединений – почвенного гумуса (различные гумусовые кислоты и их соли). Гумус является основой почвенного плодородия.

Кислород атмосферы накоплен за счёт фотосинтеза, осуществляемого зелёными растениями. В верхних слоях тропосферы под влиянием УФ излучения из кислорода образуется озон. Существование озонового экрана, таким образом, – также результат деятельности живого вещества, которое, по выражению В.И.Вернадского, «как бы само создаёт себе область жизни».

Углекислый газ поступает в атмосферу за счёт дыхания всех организмов. Второй, менее мощный его источник – выделение по трещинам земной коры из осадочных пород за счёт химических процессов, совершающихся под действием высоких температур. Он также имеет биогенное происхождение. Не связанное с деятельностью живых организмов – это выделение углекислого газа непосредственно из мантии Земли при вулканических извержениях. Но его количество составляет лишь 0,01 % от углекислого газа, выделенного живыми организмами.

Азот атмосферы химически инертен, но его усваивают из атмосферы многие организмы – азотфиксаторы, после их смерти он переходит в доступные растениям соединения и включается в цепи питания и разложения.

К газам органического происхождения относятся также сероводород, метан и множество других летучих соединений, создаваемых живым веществом. За один день, например, 1 га можжевельного леса может выделить в атмосферу до 30 кг летучих веществ – фитонцидов.

Продуцируя и потребляя газообразные вещества, организмы биосферы поддерживают постоянство состава воздушной оболочки Земли.

Всё вышерассмотренное – это *средообразующая функция* живых организмов. Но им присуща также *средорегулирующая функция*, т.е. биотическая регуляция окружающей среды. Биота в глобальном масштабе способна с большой точностью и долгое время поддерживать на постоянном уровне важные параметры окружающей среды, несмотря на исключительную сложность регулируемой системы. Таким образом, биота биосферы формирует и контролирует состояние окружающей среды.

### Раздел 3. Загрязнение окружающей среды

#### Тема 3.1. Загрязнение атмосферного воздуха

Загрязнители	Нарушение здоровья человека
--------------	-----------------------------

<p><b>Тепловые электростанции</b>  Пыль, зола, содержащая диоксид кремния и соединения металлов</p> <p>Мышьяк, ванадий, ртуть, свинец</p> <p>Сажа, являющаяся носителем смолистых веществ, в т.ч. бензапирена  Диоксид серы</p> <p>Оксиды азота</p>	<p>Повреждение слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей. Фиброзные изменения в лёгких. Силикоз. Повышение смертности от рака лёгкого и кишечника.</p> <p>Раздражение кожи. Отравления. Абсорбция солей мышьяка в ЖКТ, лёгких и коже. Раздражение слизистой оболочки верхних дыхательных путей, повышение заболеваемости тонзиллитом, фарингитом, отёки верхних дыхательных путей. Снижение гемоглобина.</p> <p>Повышение заболеваемости раком лёгкого.</p> <p>Общее отравление организма, проявляющееся в изменении состава крови, поражении органов дыхания, повышении восприимчивости к инфекциям, нарушении обмена веществ. Бронхит, конъюнктивит, ринит, бронхопневмония, астма, аллергические реакции, острые заболевания верхних дыхательных путей и системы кровообращения.</p> <p>При кратковременном загрязнении – раздражение слизистой оболочки глаз, затруднённое дыхание, головные боли, тошнота, рвота.</p> <p>Резкое раздражение лёгких и дыхательных путей, возникновение в них воспалительных процессов, образование метгемоглобина, понижение кровяного давления.</p>
<p><b>Атомные электростанции.</b>  Радиоактивные изотопы (стронция, цезия, йода, кобальта, марганца и др.).  Термальное загрязнение, повышающее токсичность загрязнителей, находящихся в воде</p>	<p>Увеличение заболеваемости злокачественными новообразованиями. При хроническом воздействии – нарушение нервной деятельности, функции половых желез, ЖКТ, органов дыхания, деятельности сердечно-сосудистой системы.</p>
<p><b>Комбинаты чёрной металлургии.</b>  Оксид углерода, диоксид серы, пыль, оксиды азота, сероводород, аммиак.</p> <p>Углеводороды, в т.ч. бензапирен</p> <p>Пиридин, бензол, фенол</p> <p>Аэрозоль марганца</p> <p>Аэрозоль оксида хрома</p>	<p>У детей – катар верхних дыхательных путей, воспаление лёгких, бронхит, конъюнктивит, ухудшение физического развития и общего состояния здоровья, повышение заболеваемости.</p> <p>Повышение заболеваемости и смертности от рака лёгкого.</p> <p>Сильно выраженное раздражающее и общетоксическое действие на систему крови и центральную нервную систему. Раздражение верхних дыхательных путей, слизистой оболочки глаз, кожных покровов.</p> <p>Поражение нервной системы, повышение заболеваемости пневмонией. Морфологические изменения в коре головного мозга.</p> <p>Повышение заболеваемости и смертности от рака лёгкого, хроническое воспаление дыхательных путей. Влияние на систему крови. Нарушение деятельности сердечно-</p>

Соединения ванадия	сосудистой системы. Раздражение верхних дыхательных путей. Изменение лёгочной ткани. Влияние на обменные процессы и центральную нервную систему.
<p><b>Цветная металлургия.</b> Диоксид серы, оксид углерода Аэрозоли соединений свинца</p> <p>Аэрозоли никеля и его соединений</p> <p>Аэрозоли кобальта</p> <p>Фтор газообразный, фтористый водород, фториды кремния и алюминия</p> <p>Смолистые вещества, углеводороды, в т.ч. бензапирен</p> <p>Ртуть, её неорганические и органические соединения</p>	<p>Респираторные заболевания.</p> <p>Понижение активности ферментов, изменение защитных механизмов организма. Функциональные и органические нарушения сердечно-сосудистой системы. Поражения нервной системы. Расстройства психики, нарушение хода синтеза РНК. Быстрая утомляемость, вялость. Функциональные нарушения печени, почек, ЖКТ. Повышение заболеваемости раком почек, желудка, кишечника. Накопление в организме свинца (в костях, крови, моче). Сокращение продолжительности жизни. Свинцовая интоксикация вплоть до летальных исходов.</p> <p>Сильное действие на кроветворную систему, воздействие на центральную нервную систему. Изменение периферической крови, сердечно-сосудистая патология, функциональные расстройства ЦНС. Желудочно-кишечные заболевания, развитие аллергических заболеваний, рак лёгкого.</p> <p>Изменение показателей крови, органов дыхания, физиологические и биохимические сдвиги в сердечно-сосудистой системе. Повышение проницаемости капилляров, отёк лёгких, лёгочные кровотечения.</p> <p>Повышенная заболеваемость бронхитами, очаговыми пневмониями, раком органов дыхания, печени, желчных путей, прямой кишки, мочевого пузыря. Раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и глаз.</p> <p>При хроническом воздействии малых концентраций соединений фтора – отравления, сопровождающиеся носовыми кровотечениями, изъязвлением слизистой оболочки носа, удушливым кашлем.</p> <p>Флюороз (обызвествление костей, сухожилий, хрупкость костей, уплотнение костного вещества).</p> <p>У детей – ухудшение физического развития, снижение гемоглобина, специфические поражения кожи.</p> <p>Повышение заболеваемости и смертности от рака лёгкого.</p> <p>Накопление в организме ртути (в мозге, сердце, лёгких, почках, печени, поджелудочной железе, мышечной ткани). Нервно-психические нарушения. Острое и хроническое отравление – меркуризм, сопровождающееся общей слабостью, головной болью, тошнотой, желудочно-кишечными расстройствами, раздражительностью, повышенной возбудимостью, а также сонливостью, апатией, эмоциональной неустойчивостью, снижением памяти, общей заторможенностью.</p> <p>Интоксикация, действующая на почки, органы пищеварения, ЦНС, сердце. Необратимые поражения ЦНС и мозга с параличами, нарушениями координации</p>

	<p>движений, расстройством зрения, потерей слуха, серьёзными психическими отклонениями (болезнь Минамата). Имеются сведения о присутствии ртути в ДНК. Предполагается влияние на синтез протеинов, передачу наследственной информации. Случаи «врождённой» болезни Минамата у грудных детей с мозговыми нарушениями (параличи, психическая неполноценность, потеря зрения и слуха).</p>
<p><b>Нефтеперерабатывающая промышленность</b> Сероводород, диоксид серы, оксид углерода, аммиак, жирные кислоты, парафин</p>	<p>Влияние на ЦНС и сердечно-сосудистую систему. Поражение печени, ЖКТ, эндокринного аппарата. При хроническом воздействии малых концентраций – изменение световой чувствительности глаза и электрической активности мозга, функциональные расстройства нервной системы.</p>
<p><b>Предприятия по производству синтетического волокна, пластмасс</b> Выбросы сложного химического состава: хлорвинил, дихлорэтан, метилметакрилат, метанол, хлор, бензол, дивинил, кадмий, пыль</p>	<p>Повышение смертности от коронарной болезни сердца. Увеличение заболеваемости гриппом и пневмонией. Поражение нервной системы, сопровождающееся головокружением, бессонницей. Увеличение заболеваемости злокачественными новообразованиями.</p>
<p><b>Предприятия по производству пестицидов</b> Пары ртути, мышьяк, фосген, синильная кислота, кадмий, свинец, селен, хлор, бензол, карбофос</p>	<p>Повышение заболеваемости верхних дыхательных путей. Повышенная заболеваемость раком органов дыхания, лимфатической системы.</p>
<p><b>Автомобильный транспорт</b> Углеводороды, в т.ч. бензапирен  Оксид углерода СО  Оксиды азота  Диоксид серы</p>	<p>Раздражение дыхательных путей, появление тошноты, головокружения, расстройства дыхания и кровообращения. Понижение иммунологической активности организма, возникновение злокачественных новообразований. Блокирование гемоглобина в крови с образованием карбоксигемоглобина и снижением способности крови к переносу кислорода из лёгких к тканям тела. Приступы коронарной недостаточности, стенокардии и даже инфаркт миокарда. При концентрации карбоксигемоглобина 3-4 % - нарушение зрительного восприятия, повреждение нервной системы. Нарушение обменных процессов организма, функционального состояния ЦНС (психические отклонения, угнетение тканевого дыхания). Резкое раздражение лёгких и дыхательных путей, возникновение в них воспалительных процессов, образование метгемоглобина, понижение кровяного давления, головокружение, потеря сознания, рвота, одышка. У детей – снижение дыхательной функции, повышение респираторной заболеваемости. Раздражение слизистой</p>

	оболочки глаз, хронические изменения в лёгких и воспалительные процессы в них, а в комбинации с действием микроорганизмов – ускорение развития лёгочных опухолей.
<b>Предприятия по производству цемента</b> Пыль, содержащая оксиды кремния, кальция, магния, железа, мышьяк, ртуть, свинец, фтористые соединения	Повышение заболеваемости органов дыхания, пищеварения, горла, носа, уха, слизистой глаз. Кожные заболевания. Асбестоз. Повышение заболеваемости и смертности от рака лёгкого.
<b>Предприятия по производству асбеста и асбоцемента</b> Асбестовая пыль, содержащая волокна асбеста	Асбестоз. Повышение заболеваемости раком лёгкого, бронхов, пищевода, желудка и др. локаций. Фиброз лёгких.
<b>Предприятия по производству асфальта</b> Пыль, сажа, содержащая бензапирен, пары битумов, диоксид серы	Повышение заболеваемости раком.
<b>Предприятия по производству извести</b> Пыль, бензапирен	Заболевания верхних дыхательных путей, глаз, силикоз, рак.

### Тема 3.2. Здоровье человека

Приступая к рассмотрению вопросов влияния загрязнения ОС на здоровье населения, необходимо остановиться на понятии «**здоровье**». Согласно определению ВОЗ, под **здоровьем** понимается состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезни и физических дефектов, как это достаточно широко распространено в общественном сознании. В медико-биологических исследованиях для оценки здоровья используют показатели физического развития. Функции организма оценивают по показателям физической и умственной работоспособности, а адаптационные резервы – по показателям биохимического, гормонального и иммунного статусов.

В последние годы существенно изменились показатели здоровья населения:

- Сложился новый неэпидемический тип патологии.
- Произошли характерные демографические изменения (постарение, сдвиги в структуре смертности).
- Определился ряд заболеваний, имеющих высокие уровни (болезни системы кровообращения, хронические неспецифические болезни органов дыхания, несчастные случаи, отравления, травмы и т.д.).
- Выделилась группа важных, ранее редко встречавшихся заболеваний (эндокринные, аллергические, врождённые пороки, болезни иммунной системы и др.).
- Возросла заболеваемость некоторыми инфекционными болезнями (корью, дифтерией, гепатитом Б, аденовирусами и пр.).
- Сложилась тенденция формирования множественной патологии.

#### **Факторы, влияющие на здоровье и продолжительность жизни человека.**

Факторы, влияющие на здоровье человека	Примерная доля фактора	Группы факторов риска
--	------------------------	-----------------------

Образ жизни	49-53	Курение, злоупотребление алкоголем, неправильное питание, вредные условия труда, стрессовые ситуации, гиподинамия, плохие материально-бытовые условия, употребление наркотиков, непрочность семей, одиночество, низкий образовательный и культурный уровень, чрезмерно высокий уровень урбанизации
Генетика (биология) человека	18-22	Предрасположенность к наследственным болезням
Внешняя среда, природно-климатические условия	17-20	Загрязнение воздуха, воды, почвы, резкая смена атмосферных явлений, повышенные космические, магнитные и другие излучения
Здравоохранение	8-10	Неэффективность профилактических мероприятий, низкое качество медицинской помощи, несвоевременность ее оказания

Итак, наибольшее влияние на состояние здоровья оказывает **образ жизни**. От него зависит почти половина всех случаев заболеваний. Затем по степени значимости следуют **состояние среды жизнедеятельности человека и наследственность**.

В России смертность детей в возрасте от 1 до 4 лет выше, чем в развитых странах, в 4-5 раз. Заметно уменьшается показатель продолжительности жизни. Если в начале 70-х годов продолжительность жизни россиян была примерно на 2 года ниже, чем в развитых странах Европы, Северной Америки, Австралии и Японии, то в настоящее время эта разница составляет 8 - 10 лет. В настоящее время мужчины живут в среднем 57 - 58 лет, женщины 70 - 71 год – последнее место в Европе.

Растёт смертность от болезней, причинно связанных с ухудшающейся экологической ситуацией (острые респираторные заболевания, врождённые аномалии, анемия, лейкемия), от новообразований.

#### **Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения**

В России только 15 % горожан проживают на территориях с допустимым уровнем загрязнения атмосферы. Загрязнением атмосферы обусловлено около 20 – 30 % общих заболеваний населения промышленных центров.

Объективные причины опасности воздействия загрязнённого атмосферного воздуха на здоровье населения:

1. *разнообразие загрязнений*. Комбинированное действие атмосферных загрязнителей может привести к усилению вызываемых ими токсических эффектов.
2. *длительность воздействия*. Человек за сутки вдыхает до 20 тыс. л воздуха. Даже незначительные концентрации ЗВ при таком объёме дыхания могут привести к токсически значимому поступлению вредных веществ в организм.
3. *непосредственный доступ загрязнителей во внутреннюю среду организма*. Воздух при дыхании входит в контакт с кровью, в которой растворяется почти всё, что присутствует в воздухе. Из лёгких кровь поступает в большой круг кровообращения, минуя такой детоксикационный барьер, как печень.

В центрах чёрной металлургии (гг. Магнитогорск, Н. Тагил, Новокузнецк и др.) общая заболеваемость как детского, так и взрослого населения почти на 40 % выше, чем в относительно «чистых» городах. Проживание в городах с предприятиями нефтехимии и органического синтеза (Стерлитамак, Уфа и др.) ведёт к увеличению заболеваемости, преимущественно детей, бронхиальной астмой (в 2 – 3 раза) и аллергическими поражениями кожи и слизистых оболочек (в 1,5 – 2 раза).

Статистически достоверная зависимость от загрязнения атмосферного воздуха установлена для заболеваний бронхитом, пневмонией, а также для острых респираторных заболеваний. Загрязнения атмосферного воздуха влияют на резистентность (устойчивость) организма, что проявляется в росте инфекционных заболеваний. Имеются достоверные

сведения о влиянии загрязнений на продолжительность заболеваний. Так, респираторное заболевание у детей, проживающих в загрязнённых районах, длится в 2-2,5 раза дольше, чем у детей, проживающих на относительно чистых территориях.

По данным выборочного обследования 33 городов России, в городах с повышенным уровнем загрязнения среднее число заболеваний органов дыхания увеличивается на 41 %, сердечно-сосудистой системы – на 132 %, болезней кожи – на 176 % и число злокачественных новообразований – на 35 %. Многочисленные исследования, проведённые в последние годы, свидетельствуют о том, что у детей, проживающих в районах с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, отмечается низкий уровень физического развития.

Сильным фактором, влияющим на общую заболеваемость детей, признаётся содержание оксида углерода в воздухе. Имеются сведения, что при увеличении содержания CO с 6,5 до 12 ПДК уровень заболеваемости детей увеличивается в 2 раза.

Воздух осреднённого мирового города имеет концентрацию пыли примерно в 150 раз более высокую, чем воздух над океаном и в 15 раз большую, чем воздух в сельской местности. Пыль оказывает влияние на органы дыхания, радиационный и тепловой баланс, является ядрами конденсации для осадков, на её поверхности концентрируются многие вредные вещества. В этом отношении наиболее опасна для человека и др. организмов мелкая пыль. Она обогащена сульфатами свинцом, мышьяком, кадмием, цинком. Бензапирен в воздухе на 90 % связан с частицами пыли.

По данным американских учёных, до 90 % всех раковых заболеваний связано с неблагоприятной ОС.

Не только бенз(а)пирен, но и промышленная пыль, диоксид азота способны вызывать онкологические заболевания, если концентрация любого из них превышает 2 ПДК. Это обстоятельство заслуживает особого внимания, так как устойчивый рост концентраций диоксида азота в атмосферном воздухе городов обусловлен ростом парка автомобилей, выбросы от которых более чем в 150 городах России уже превышают промышленные выбросы.

По одним данным, в России можно считать здоровыми около 20% населения. По другим, 15% россиян считают себя здоровыми и лишь 5% таковыми на самом деле являются.

**Основными химическими примесями, загрязняющими атмосферу** и оказывающими наибольшее отрицательное влияние на качество воздуха, являются следующие вещества:

CO и CO<sub>2</sub> – 50 %,

SO<sub>2</sub> – 16 %,

NO<sub>x</sub> (NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O) – 14 %,

летучие органические соединения (метан, бензол, хлорфторуглероды, фенол) – 15 %,

взвешенные частицы (пыль, сажа, асбест, соли свинца, мышьяк, серная кислота) – 5 %.

Кроме того, в атмосфере содержатся

фотохимические окислители (озон, перекись водорода, формальдегид),

галогены (хлор, фтор),

радиоактивные вещества (радон-222, стронций-90, плутоний-239),

а также чрезвычайно опасные вещества – суперэкоксиканты (диоксины, бензапирен, ДДТ, гексахлорциклогексан, N-нитрозодиметиламин, трихлордифенил, пентахлордифенил). Часть этих веществ выделяется в процессе сжигания мусора при недостаточно высокой температуре.

Загрязнителями воздуха также являются тепло, шум, вибрация и электромагнитные волны.

**Оксид углерода (CO)** – бесцветный газ, не имеющий запаха, известен также под названием «угарный газ». Образуется в результате неполного сгорания ископаемого топлива (угля, нефти, газа) в условиях недостатка кислорода и при низкой температуре. Ежегодные поступления в атмосферу во всём мире оцениваются в 400 млн. т. При этом 65% от всех выбросов приходится на транспорт, 21% - на мелких потребителей и бытовой сектор, 14% - на промышленность. При вдыхании угарный газ за счёт имеющейся в его молекуле тройной

связи  $C\equiv O$  образует прочные комплексные соединения с гемоглобином крови человека и тем самым блокирует поступление кислорода в кровь. Это вызывает головные боли, тошноту, а при более высокой концентрации смерть.

Максимальная разовая ПДК  $CO$  –  $5 \text{ мг/м}^3$ , а среднесуточная –  $3 \text{ мг/м}^3$ . При  $14 \text{ мг/м}^3$  возрастает вероятность смерти от инфаркта миокарда. Такие концентрации часто наблюдаются в часы пик на транспорте или при инверсиях (т.е. в условиях слабого воздушного обмена), благоприятствующих возникновению смога.

Уменьшение выбросов угарного газа достигается путём дожигания отходящих газов и использования альтернативных источников топлива.

**Диоксид серы  $SO_2$** , или сернистый ангидрид – бесцветный газ с резким запахом. Образуется в процессе сгорания серосодержащих ископаемых видов топлива, в основном угля, а также при переработке сернистых руд. Он в первую очередь участвует в формировании кислотных дождей. Общемировой выброс диоксида серы оценивается в 120 млн. т в год. Концентрация диоксида серы особенно велика в районах, где расположены крупные тепловые станции, металлургические и горно-обогатительные заводы.

Максимальная разовая ПДК для диоксида серы составляет  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , а среднесуточная –  $0,05 \text{ мг/м}^3$ .

Длительное воздействие диоксида серы на человека приводит вначале к потере вкусовых ощущений, стеснённому дыханию, а затем – к воспалению или отёку лёгких, перебоям в сердечной деятельности, нарушению кровообращения и остановке дыхания. Растения гораздо чувствительнее к воздействию диоксида серы, чем человек. Так, листовые пластинки растений, произрастающих на расстоянии менее 1 км от предприятий, выбрасывающих диоксид серы, обычно густо усеяны мелкими некротическими пятнами, образовавшимися в местах оседания капель серной кислоты.

**Оксиды азота (оксид и диоксид азота)** – газообразные вещества, объединяются одной общей формулой  $NO_x$ . Оксид азота образуется при всех процессах горения, он достаточно быстро окисляется до диоксида, который представляет собой красно-бурый газ с неприятным запахом, сильно действующий на слизистые оболочки человека. Чем выше температура сгорания, тем интенсивнее идёт образование оксидов азота.

Другим источником оксидов азота являются предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту и нитраты, анилиновые красители, нитросоединения, вязкозный шёлк, целлулоид. Количество оксидов азота, поступающих в атмосферу, составляет 65 млн. т в год. От общего количества выбрасываемых оксидов азота на транспорт приходится 40 (55) %, на энергетику – 30 %, остальное – на промышленные предприятия.

Оксиды азота являются источником кислотных дождей. Кроме того, при интенсивном солнечном облучении протекают фотохимические реакции оксидов азота с несгоревшими бензиновыми парами и другими углеводородами с образованием озона (так называемый фотохимический смог в виде красно-бурой дымки).

Максимальная разовая ПДК диоксида азота составляет  $0,085 \text{ мг/м}^3$ , а среднесуточная –  $0,04 \text{ мг/м}^3$ . При концентрациях свыше  $0,15 \text{ мг/м}^3$  возникают острые заболевания органов дыхания (бронхопневмония). При остром отравлении диоксидом азота может развиваться отёк лёгких. Признаками хронического отравления являются головные боли, бессонница, раздражение слизистых оболочек.

**Углеводороды** – химические соединения углерода и водорода. К ним относят тысячи различных загрязняющих атмосферу веществ, содержащихся в несгоревшем бензине, жидкостях, применяемых в химчистке, промышленных растворителях и т.д. Многие углеводороды опасны сами по себе. Например, бензол, один из компонентов бензина, может вызвать лейкемию, а гексан – тяжёлые поражения ЦНС. Бутадиен является сильным канцерогеном.

**Общемировые выбросы в атмосферу главных загрязнителей, млн.т:**

Оксид углерода	370-400
Диоксид серы	200
Оксиды азота	65-90
Углеводороды	55

Основными источниками поступления **промышленной пыли** в атмосферу являются ТЭС, потребляющие уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, магнезитовые и другие заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим химическим разнообразием. Чаще всего в их составе обнаруживаются соединения кремния, кальция и углерода, реже – оксиды металлов: железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест. Ещё большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, соли кислот. Она образуется при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях.

К опасным факторам антропогенного характера, способствующим серьёзному ухудшению качества атмосферы, следует отнести её загрязнение радиоактивной пылью. Установлено, что через несколько десятков секунд после ядерного взрыва или аварии на АЭС образуются примерно 100 различных радионуклидов, 29 из которых вносит наибольший вклад в радиоактивное загрязнение атмосферы через час, 20 – через двое суток, а 3 – через 100 лет. Особую потенциальную опасность для человека и животных представляет стронций – 90 не только как долгоживущий изотоп, но и как аналог кальция, способный заменять его в костях.

Главными загрязнителями воздуха в промышленности являются: энергетика – 28,5 %, цветная металлургия 21 %, чёрная металлургия – 15 %, нефтедобыча – 8 % и нефтепереработка – 5 %.

В России поток техногенных загрязнителей в расчёте на одного жителя и на единицу площади страны значительно ниже, чем в США и странах Западной Европы. Зато он заметно выше в расчёте на единицу ВВП. Это свидетельствует о высокой ресурсоёмкости производства, устаревших технологиях и недостаточном применении средств очистки выбросов. Из 25 тысяч российских предприятий, загрязняющих атмосферу, лишь 38% оборудованы пылегазоочистными установками, из которых 20% не работают или работают неэффективно. Это одна из причин повышенных эмиссий некоторых малых по массе, но токсичных загрязнителей – углеводородов и тяжёлых металлов.

Большую долю в загрязнении атмосферы составляют выбросы вредных веществ от автомобилей. В среднем при пробеге 15 тыс. км за год каждый автомобиль сжигает 2 т топлива и около 4,5 т кислорода, что в 50 раз больше потребностей человека. При этом автомобиль выбрасывает в атмосферу (кг/год):

оксида углерода (угарного газа) – 700,  
диоксида азота – 40,  
несгоревших углеводородов – 230.

### **Тема 3.3. Глобальные экологические проблемы.**

Сущность парникового эффекта состоит в том, что атмосфера почти целиком пропускает излучение Солнца к Земле, но из-за наличия в атмосфере парниковых газов заметно задерживает обратное тепловое (инфракрасное) излучение земной поверхности. Парниковые газы образуют как бы «стеклянную крышу парника» над планетой и большая часть излучаемого Землёй тепла возвращается назад. Тепловая энергия накапливается в приповерхностных слоях атмосферы тем интенсивнее, чем больше в них концентрация парниковых газов. Усиление парникового эффекта приводит к повышению температуры на поверхности Земли и потеплению климата. Благодаря существованию парникового эффекта только 20% теплового излучения земной поверхности безвозвратно уходит в космос. Если бы Земля не имела атмосферы с парниковыми газами, то средняя температура её поверхности была бы на 3-5°C ниже. Сейчас средняя температура планеты 15°C.

Главными парниковыми газами на Земле являются углекислый газ (диоксид углерода), метан  $\text{CH}_4$  и водяной пар. К парниковым газам также относятся закись азота  $\text{N}_2\text{O}$ , фреон и озон.

Миллионы тонн метана каждый год выделяются при разработках газа и гниении органических остатков.

Миллиарды тонн  $\text{CO}_2$  поступают в атмосферу в результате сжигания углеродсодержащих видов топлива (каменный уголь, нефть, газ) в промышленности, в автомобильных двигателях, на ТЭС. 45 % выбросов  $\text{CO}_2$  даёт сжигание угля, 40 % - нефти и 15 % - газа.

В настоящее время ежегодно в атмосферу выбрасывается более 20 млрд. т диоксида углерода (6 млрд. т углерода). 2 млрд. т углерода в углекислом газе перерабатывается зелёными растениями на суше в процессе фотосинтеза, 2 млрд. т перерабатывается в океане, оставшиеся 2 млрд. т не перерабатываются и концентрация диоксида углерода в атмосфере возрастает.

Энергетический бум прошлого столетия увеличил содержание углекислого газа в атмосфере на 25%, а метана – на 100%.

По расчётам Национальной Академии наук США, к 2100 г. ожидается удвоение концентрации  $\text{CO}_2$ , и к 2100г. должно произойти повышение температуры на 1,5–5,8°C. Для приполярных широт повышение температуры может достигнуть 10°C.

Последствие парникового эффекта, которое вызывает наибольшие опасения – это подъём уровня Мирового океана. Уровень Мирового океана может повыситься примерно на 1м к 2050 г. и на 1,5-3,5 м к 2100 г. из-за таяния полярных льдов и теплового расширения воды. При повышении уровня океана на несколько метров будут затоплены такие города, как Нью-Йорк, Лондон, Санкт-Петербург, Амстердам, Шанхай, Токио и густонаселённые прибрежные территории, на которых проживает от 30 до 50 % населения земного шара. Увеличение средней глобальной температуры даже на 1°C приведёт к значительному изменению атмосферной циркуляции, увеличится частота и сила тайфунов, ураганов, торнадо. С ростом температуры возрастёт и количество осадков. Ливни затопят тропики. Засушливые зоны сдвинутся на север. Серьёзные изменения климата произойдут в Скандинавии, Сибири и на севере Канады.

При глобальном потеплении на 2°C зона сплошной многолетней мерзлоты в нашей стране перестанет существовать, а зона лесотундры достигнет побережья Северного Ледовитого океана. Повышение средней температуры на 1-2°C в целом может быть благоприятно для сельского хозяйства европейской части России. Ожидается, что с началом этого столетия начнётся увеличение количества осадков на всей территории нашей страны, включая самые засушливые области.

В 2001 г. на долю США приходилось 33% выбросов  $\text{CO}_2$ , Европейского Союза – 29%, России – 16,4%, Японии – 8%. Чтобы уменьшить выбросы диоксида углерода, надо уменьшить количество сжигаемого углеродсодержащего топлива. Как этого достичь?

Во-первых, расширить применение энергосберегающих технологий и устройств.

Во-вторых, осуществлять переход на широкое использование газового топлива. При производстве одинакового количества энергии нефть даёт на 15 %, а газ – на 43 % меньше углекислого газа, чем уголь. Если же учесть, что КПД газовых установок заметно выше, чем потребляющих уголь, то выигрыш будет в 2-3 раза.

В-третьих, развивать направления энергетики, не связанные со сжиганием органического топлива: атомную, гидроэнергетику, использование солнечной и ветровой энергии.

Но до середины XXI в. традиционные виды углеводородного топлива, скорее всего, сохраняют своё доминирующее положение в топливно-энергетическом балансе.

Другим способом борьбы с повышением температуры при изменении климата может стать выброс нейтральных аэрозольных частиц в верхние слои атмосферы (в виде «щита» от солнечного излучения), однако он требует очень точных расчётов.

В 1992 г. конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро приняла Конвенцию об изменении климата. Цель Конвенции – добиться стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Стороны договорились к 2000г. стабилизировать эмиссию этих газов на уровне 1990 г.

Международная конференция по глобальному изменению климата на планете, проходившая в 1997 г. в г. Киото (Япония), единогласно приняла итоговый протокол,

согласно которому *впервые* в истории для индустриально развитых стран устанавливаются обязательные к исполнению количественные показатели сокращения объёма выбросов парниковых газов. В 2008 – 2012 гг. объём выбросов должен стать меньше на 5,2%, чем в 1990 г. Для каждого государства установлены свои численные ограничения. Европейский Союз обязался сократить эмиссию парниковых газов на 8 %, США – на 7 %, Япония, Канада, Венгрия и Польша – на 6 % . Развивающимся странам разрешено увеличить эмиссию парниковых газов: Исландии – на 10%, Австралии – на 8 %. Россия, которая отнесена к группе стран с переходной экономикой, к 2012 г. должна сохранить уровень 1990г.

В работе экологического форума в Киото принимали участие более 2000 делегатов из 159 государств мира. Выработать общие подходы оказалось непросто: позиции стран – участниц существенно расходились, поскольку сокращение выбросов парниковых газов связано со значительными расходами и необходимостью перестройки промышленности. Введение строгих ограничений повлечёт за собой сокращение потребления горючих полезных ископаемых, в том числе угля и нефти, а следовательно, и уменьшение дохода от продаж «чёрного золота» на мировом рынке. Ежегодные потери стран, входящих в Организацию производителей и экспортёров нефти, могут составлять до 10 млрд. долларов.

### **Кислотные осадки**

Другим видом загрязнения атмосферы, не признающим государственных границ, являются оксиды серы и азота. Сжигание каменного угля на ТЭС ведёт к выбросам не только диоксида углерода, но и диоксида серы и оксидов азота. Дополнительным крупным источником оксидов азота является автомобильный транспорт. В целом ежегодно в атмосферу выбрасывается 120 млн. т сернистого газа, 250 млн. т пыли, более 65 млн. т оксидов азота.

Антропогенные выбросы сернистого газа в 2 раза превышают поступление этих газов в результате природных явлений, антропогенные выбросы оксидов азота составляют примерно 40% от естественных выбросов.

В атмосфере сернистый газ (диоксид серы) окисляется до серного ангидрида:



Образовавшийся триоксид серы реагирует с водяным паром, образуя серную кислоту:



Серная кислота присутствует в воздухе в виде лёгкого тумана, состоящего из крошечных капель.

При сжигании топлива выбрасываются в атмосферу также оксиды кальция и железа, которые вступают в реакцию с серной кислотой, образуя твёрдые частички сульфатов кальция и железа. Количество содержащихся в городском воздухе твёрдых частиц сульфатов и капелек серной кислоты может достигать 20%. Ветер разносит эти загрязнения за сотни километров от места их выброса, образуются туманы и смоги.

Оксиды азота окисляются в воздухе до диоксида, который тоже растворяется в капельках воды облаков, образуя азотную кислоту:



Эти две кислоты (серная и азотная) и обуславливают выпадение кислотных дождей.

Проблема кислотных осадков возникла в начале 70-х гг. XX в. Наиболее остро она проявилась в Скандинавских странах, где в тысячах озёр стала исчезать рыба, микроорганизмы, причём вода вроде бы оставалась такой же чистой. Понадобились годы исследований, чтобы понять, что закисление среды и её последствия – не только скандинавская проблема. В восточных районах США за 20 лет кислотность увеличилась в 10-30 раз в 30-60% озёр (рН воды был меньше 5). От кислотных осадков страдает Канада, Германия, Англия, Бельгия, Польша и другие европейские страны.

Естественная дождевая вода имеет слабокислую реакцию (рН~6), так как находится в контакте с диоксидом углерода (углекислый газ – естественный компонент атмосферы) и растворяет его, образуя слабую угольную кислоту. Однако среднегодовые значения рН дождей над Европой – от 4,1 до 4,9.

Кислотные осадки вредят не только озёрам, но и лесам, полям, пастбищам. В Западной Европе жертвами кислотных осадков стали 38% лесов (ожоги листьев, поражение хвои). Только в Германии от кислотных осадков пострадало около 50% лесов, в Польше – 75%. Деревья становятся более подверженными воздействию болезней и вредителей, отмирает до 50 % их корневой системы.

Кислота, падающая с неба, разъедает исторические памятники, трубопроводы, столбы, бетонные фундаменты, кабели. По данным Европейского парламента, экономический ущерб от кислотных осадков составляет 4 % валового национального продукта.

Швеция имеет более 100 тысяч озёр на своей территории, из них 18 тысяч «мёртвые», лишённые жизни. В Норвегии в 5000 из 17500 озёр исчезла рыба. В Канаде из-за частых кислотных осадков стали мёртвыми 14 тысяч озёр. Подкисление воды озёр вследствие кислотных осадков вряд ли сильно влияет на взрослых рыб. Скорее всего низкий уровень pH препятствует размножению рыб, убивая икру. Вероятно также снижение развития фитопланктона, а следовательно, и кормовой базы для рыб. Снижение численности рыб влечёт за собой исчезновение животных, которые питаются рыбой: белоголового орлана, гагар, чаек, выдры и др. Кроме того, ртуть, содержащаяся в природных водоёмах, в кислой среде может превратиться в ядовитую монометилловую ртуть.

Когда люди вдыхают туман, содержащий капельки кислоты, это вызывает у них аллергию и бронхит. При вдыхании кислотных частиц с пылью, содержащей тяжёлые металлы (медь, цинк), возможно появление раковых опухолей.

Главным «экспортёром» кислотных дождей в Европе в 80-х годах стала Великобритания. В нашу страну поступает в 8 раз больше сернистого газа и в 7,3 раза больше оксидов азота, чем выносится с её территории в другие государства. Это связано с преимущественным движением воздушных масс с запада на восток.

Для уменьшения выбросов диоксида серы предлагаются следующие меры:

1. Промывка угля после измельчения. Это приводит к удалению 50-90% соединений серы – пирита и к увеличению стоимости электроэнергии примерно на 10%.

2. Химическое удаление серы – сульфурация. В этом случае затраты на производство электроэнергии возрастают на 15-25%. В США в 1991 г. около 50% угля, используемого на ТЭС, подвергалось очистке. Во Франции и Великобритании очищается весь уголь.

3. Замена угля на низкосернистые виды топлива: нефть и газ.

Одним из наиболее простых способов снижения количества оксидов азота при сжигании топлива является проведение процесса в условиях недостатка кислорода, что обеспечивается скоростью подачи воздуха в зону горения. В Японии разработана технология «дожигания» первичных продуктов сгорания. При этом сначала топливо (нефть, газ) сжигают в оптимальном режиме для образования меньшего количества оксидов азота, а затем в зоне дожигания уничтожают непрореагировавшее топливо. При этом выброс оксидов азота снижается на 80 %.

Следующим направлением в решении проблемы кислотных дождей является отказ от практики рассеивания газообразных выбросов. Их следует не рассеивать, а, наоборот, улавливать и концентрировать. Наиболее эффективный способ очистки выбросов от диоксида серы основан на реакции его с измельчённой известью. В результате реакции 90 % диоксида серы связывается с известью, образуя гипс, который можно использовать в строительстве.

Наиболее неблагоприятные районы России по кислотным осадкам:

Кольский п-ов, восточный склон Уральского хребта и район Таймыра.

В 1985 г. в Хельсинки 20 государств Европы и Канада подписали Протокол о 30%-ном снижении выбросов серы.

Принятые в странах Большой Семёрки в 1970-1990 гг. меры позволили при росте величины валового продукта на 60% практически не увеличить выбросы углекислого газа и оксидов азота и снизить выбросы сернистого газа SO<sub>2</sub>.

## **Разрушение озонового слоя**

На высоте 20 – 25 км под действием УФ излучения Солнца в атмосфере возникает озоновый слой. Своему существованию озоновый слой обязан деятельности фотосинтезирующих растений, выделяющих кислород, и действию на кислород ультрафиолетовых лучей. В высоких слоях атмосферы под влиянием жёсткой УФ части солнечного излучения происходит ионизация и диссоциация молекул кислорода, образуется атомарный кислород, который немедленно присоединяется к молекулам кислорода, образуя озон – трёхатомный кислород.

Если весь атмосферный озон привести к нормальным условиям земной поверхности (давление 760 мм рт.ст. и температура 0°C), то средняя толщина озонового слоя в тропиках составит всего 2 мм, у полюсов она вдвое больше. Общая масса озонового слоя меньше одной миллионной доли массы всей атмосферы. Тем не менее это надёжный щит, который не только оберегает всё живое на планете от прямого разрушения под действием жёсткого УФ излучения, пропуская к Земле только 1% этого излучения, но и предохраняет эволюцию от вредных мутаций.

Уменьшение озонового слоя на 1% влечёт за собой увеличение УФ излучения на 1,5%. Полное исчезновение озонового слоя, несомненно, означало бы прекращение существования высших форм жизни на Земле. Даже его утоньшение приведёт к росту числа раковых заболеваний, гибели одноклеточных организмов, входящих в различные экосистемы, воздействию на генетический код живых организмов и увеличению числа мутаций.

Тепловой режим атмосферы и её динамика в значительной степени определяются способностью озона поглощать ультрафиолет. Уменьшение толщины озонового слоя приведёт к увеличению нагрева Земли, усилению ветра, циркуляции воздушных масс в атмосфере, наступлению пустынь.

В 1992 г. был опубликован доклад Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП). В нём, в частности, говорилось, что к 2000 г. толщина озонового слоя может уменьшиться на 5-10%. Это приведёт к увеличению вирусных заболеваний, в том числе СПИДом, раку кожи (дополнительно 300 тысяч случаев ежегодно) и катаракте, расстройству иммунной системы и росту числа инфекционных заболеваний, а также снижению урожаев в сельском хозяйстве.

Впервые озоновую дыру над Антарктидой обнаружили со спутников в 1979 г. Мир узнал о ней в 1985 г. Измерения концентрации озона в атмосфере показали, что над Антарктидой уровень озона сократился на 40 %. Площадь озоновой дыры растёт, и в 1999 г. она занимала 27,3 млн. км<sup>2</sup>, что в полтора раза больше площади России. Эта дыра перемещается, и когда она появляется над Австралией, там увеличивается число заболеваний раком кожи. Замечена меньшая по размерам озоновая дыра и над Шпицбергом.

В 1992 г. специалисты американского Управления по аэрокосмическим исследованиям сообщили, что ими зафиксирован самый высокий за последнее время уровень концентрации в атмосфере химических веществ, разрушающих озоновый слой Земли.

В феврале 1995 г. над всем Северным полушарием зарегистрировано рекордное снижение озона – на 40 %. Оно держалось 25 суток. Вообще нормальными считаются естественные колебания уровня озона в пределах до 10%.

В марте 1997 г. озоновые дыры появились над Ленинградской, Псковской и Новгородской областями, а также над Восточной Сибирью, Якутией и центром Красноярского края.

Учёные США уже прогнозируют, что если тенденции разрушения озона сохранятся, то к 2070 г. число больных раком кожи в США может достигнуть 40 млн. человек.

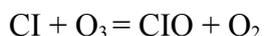
Существует три версии разрушения озона:

1. Из-за поступления в атмосферу хлорфторуглеродов (ХФУ). Сюда относят в первую очередь фреоны, получившие широкое распространение в холодильных установках, в кондиционерах, в аэрозольных баллончиках, в огнетушителях, как растворители и очистители, например при промывке деталей в электронной промышленности. В течение полувека эти химикаты, впервые полученные в 1928 г., считались чудо-веществами. Они нетоксичны, инертны, чрезвычайно стабильны, не горят, не растворяются в воде, удобны в производстве и хранении. И поэтому сфера применения ХФУ динамично расширялась.

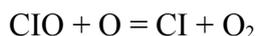
Предположение о том, что ХФУ разрушают озон атмосферы, высказали американские и немецкие учёные в 1974 г. За эту работу в 1996 г. они были удостоены Нобелевской премии.

В 80-х годах XX в. в мире производилось 1,4 млн. т ХФУ. Согласно докладу Гринпис в конце 1995 г., более 50 % всех озоновых дыр создаётся тройкой развитых стран: США (31%), Япония (12,4 %) и Великобритания (9%). В США потребление озоноразрушающих веществ составляет более 8 кг на душу населения, а в Индии всего 9 г.

Фреоны, попавшие в атмосферу, сохраняются там 60 – 100 лет. Под действием ультрафиолета они разрушаются, а атомы хлора, образующиеся при этом, взаимодействуют с молекулами озона:



Образовавшийся монооксид хлора взаимодействует с атомами кислорода и восстанавливает атом хлора:

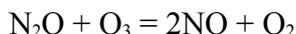


Затем возникает цепная реакция разрушения озона. Каждый атом хлора способен уничтожить 100 тысяч молекул озона.

2. Из-за выбросов отработанных газов суперлайнерами «Боинг» и другими с высоким потолком полёта, при запуске ракетносителей.

Типичная твёрдотопливная ракетная система – ускорители американского «Спейс шаттла» в процессе подъёма до высоты 50 км выбрасывает 187 т хлора и его соединений. За один полёт «Спейс шаттл» уничтожает до 10 млн. т озона, а в земной атмосфере его содержится всего лишь 3 млрд. тонн. В 3-4 раза меньшую опасность представляют российские ракетные системы «Протон», «Союз», «Энергия».

3. Из-за увеличения выбросов оксидов азота, а именно закиси азота (сжигание топлива на ТЭС и в промышленности, выхлопные газы автомобилей, сверхзвуковые реактивные самолёты):



Мировое сообщество принимает меры по защите озонового слоя. В 1985 г. была подписана Венская Конвенция, а с 1 января 1989 г. вступил в силу Монреальский протокол, ограничивающий производство и применение химических веществ, повреждающих озоновый слой. Оба эти документа ратифицированы более 40 странами мира, в том числе СССР.

Позже, в 1991 г., 81 страна и Европейское сообщество согласились ликвидировать ХФУ к 2002 г. Несколько лет назад была разработана технология замены фреона специально подготовленным пропаном.

По соглашению, подписанному в Копенгагене в 1992 г., производство ХФУ в развитых странах должно было прекратиться к концу 1995 г., в развивающихся странах – к 2010 г. Россия из-за тяжёлого финансово-экономического положения попросила отсрочки на 3 – 4 года. Однако пик наиболее разрушающего воздействия ХФУ на озоновый слой придётся на начало XXI в., поскольку ХФУ (фреонам), выброшенным в атмосферу, понадобится 8 – 12 лет, чтобы достичь озонового слоя, где они будут храниться ещё десятки лет, постепенно истощая его.

#### **Раздел 4. Мероприятия по защите окружающей среды. Международное сотрудничество**

##### **Тема 4.1. Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в различных отраслях промышленности.**

Совершенствование технологического процесса включает в себя:

- 1. комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов.** Как правило, более 30% стоимости сырья приходится на сопутствующие элементы. Например, в нефтеперерабатывающем производстве нефть очищается от серы, и эта элементарная чистая сера, естественно, должна использоваться в химической промышленности. Что касается энергоресурсов, то, безусловно, целесообразно использовать тепло уходящих из печей газов в котлах-утилизаторах (например, использование ВЭР) для получения горячей воды или пара (в зависимости от нужд предприятия, и не только

технологических). Использование ВЭР приносит двоякую экологическую пользу: снижает тепловое загрязнение атмосферы и косвенно уменьшает степень загрязнения окружающей среды за счет того, что для получения необходимого количества тепла и электроэнергии не требуется сжигать топливо с выбрасыванием в атмосферу  $\text{CO}_2$  и  $\text{NO}_x$ ;

- 2. снижение количества стадий при проведении технологических процессов**, так как на каждой стадии переработки сырья происходит его потеря, и образуются отходы (чаще всего токсичные). Например, объединение при получении бензина нескольких процессов в одной ректификационной колонне приводит к экономии сырья и повышению экологичности процесса;
- 3. внедрение непрерывных процессов**, позволяющее снижать расход сырья и тепла. Например, при использовании непрерывного процесса разлива стали, разработанного в нашей стране, экономится более 30% тепла, так как не требуется постоянно охлаждать и нагревать металлургические печи;
- 4. автоматизацию и компьютеризацию производственных процессов**. Это позволяет проводить процесс в узких рамках оптимальных технологических параметров, что, с одной стороны, сводит к минимуму потери сырья и топлива, а с другой — обеспечивает безопасность производства.
- 5. интенсификацию технологических процессов**, позволяющую экономить время и энергоресурсы. При этом, естественно, не должно снижаться качество выпускаемой продукции;
- 6. создание комплексных энерготехнологических процессов**, например в таких химических производствах, как аммиачное. При увеличении производительности процесса это позволяет экономить сырье, материалы и энергоресурсы.
- 7. максимально возможную замену первичных материальных и энергетических ресурсов на вторичные.**

Для усовершенствования аппаратуры используются:

1. разработка комбинированных аппаратов (например, многофункциональных ректификационных колонн). Это позволяет снизить расход материалов на их изготовление и экологизировать процесс;
2. уменьшение габаритных размеров аппаратов при увеличении их производительности за счет оптимизации технологического процесса. Такие аппараты занимают меньшую производственную площадь, что снижает расходы на строительство производственных зданий;
3. изготовление аппаратов повышенной герметичности, в частности, автоклавов (аппаратов, работающих под давлением). Во многих производствах (в том числе и при переработке нефти) утечка сырья и продукта недопустима, так как их возгорание может привести к экологической катастрофе. Даже небольшая протечка в сальниках насосов загрязняет почву вокруг технологических аппаратов;
4. внедрение в производство современных эффективных очистных сооружений;
5. применение новых конструкционных материалов, позволяющих увеличить срок службы аппаратов за счет снижения скорости коррозии и уменьшить их габаритные размеры и массу.

Усовершенствование сырья, материалов и энергоресурсов включает в себя:

1. научно-практическое обоснование качества ресурсов. Например, совсем не обязательно в производстве бензина применять питьевую воду, на очистку которой расходуется много средств. Ее можно заменить технической и при необходимости использовать;
2. предварительную подготовку сырья и топлива. Это мероприятие удешевляет и улучшает технологический процесс, а также снижает его экологическую опасность (например, после извлечения серы из сырой нефти обессеривание мазута, подаваемого в котлы и печи, способствует резкому снижению выбросов  $\text{SO}_2$  в атмосферу);
3. замену высокотоксичных материалов (ртути, кадмия, свинца) на менее ядовитые (при производстве красителей, катализаторов, электролита);

4. замену привозного сырья на местное (например, добываемое попутно).

Усовершенствование готовой продукции включает в себя:

1. обеспечение безопасности продукции в соответствии с нормами;
2. увеличение срока службы продуктов производства;
3. обеспечение регенерации (восстановления) и утилизации продукции;
4. обеспечение удобства использования продукции;

В целях усовершенствования организации производства используются следующие меры:

1. всемерная экономия материальных и энергетических ресурсов за счет организационных средств (правильная организация работы смен, ликвидация простоев оборудования и т.д.);
2. устранение запланированных и незапланированных потерь сырья, материалов, энергоресурсов;
3. внедрение на предприятии новых, более совершенных процессов и аппаратов;
4. обеспечение экологического контроля качества сырья и продукции;
5. составление экологического паспорта предприятия;
6. осуществление постоянной отчетности перед экологическими службами и общественностью района, города, области;
7. проведение экологического контроля в масштабах предприятия в целях предупреждения чрезвычайных экологических ситуаций.

### **Основные технические направления разработки и внедрения малоотходных технологий**

1. Разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов, реализация которых позволяет существенно уменьшить образование отходов. Примером может служить внедрение на Московском нефтеперерабатывающем заводе (МНПЗ) технологической линии получения полипропилена.
2. Применение малоэнергоёмких процессов (например, методов порошковой металлургии).
3. Использование высокоэффективных методов тепло- и массообмена (например, кипящего слоя в установках каталитического крекинга при переработке нефти).
4. Замена прямоточных потоков материалов и теплоносителей противоточными.
5. Внедрение технологии с использованием кислорода, водорода, озона и электроэнергии. Однако при этом следует иметь в виду, что для их получения требуется значительный расход энергоресурсов. Выработка энергоресурсов связана со сжиганием топлива, в процессе которого атмосфера загрязняется пылевыносом, окислами азота и углерода. Примером эффективного применения кислорода в кипящем слое может служить кислородно-взвешенная плавка цветных металлов с утилизацией тепла.
6. Использование эффекта сверхпроводимости, а также технологий с применением сверхвысоких давлений и температур.
7. Использование механических методов вместо химических процессов с применением кислот и щелочей.
8. Разработка высоких технологий, в частности плазменных и лазерных.
9. Внедрение современных мембранных, ионно-обменных, экстракционных методов выделения ценных (и токсичных) веществ.
10. Применение при разработке эффективных геотехнологических методов (например, подземное выщелачивание).
11. Внедрение безводных методов обогащения и переработки сырья.
12. Замена плавки руд и отходов гидрометаллургическими методами, так как воду проще очищать, чем газы.
13. Изготовление биоразлагаемой тары, например пакетов, которые в отличие от полиэтиленовой тары разлагаются в течение 3—5 лет.

### **Тема 4.2. Инженерные и организационные мероприятия по защите окружающей среды от загрязнения. Очистка промышленных выбросов и сбросов.**

Все известные методы и средства защиты атмосферы от химических примесей можно объединить в три группы.

**В первую группу** входят мероприятия, направленные на снижение мощности выбросов, т.е. уменьшение количества выбрасываемого вещества в единицу времени.

Для снижения мощности выбросов в атмосферу наиболее широко используют:

1. замену менее экологичных видов топлива экологичными;
2. сжигание топлива по специальной технологии;
3. создание замкнутых производственных циклов.

В первом случае применяют топливо с более низким баллом загрязнения атмосферы. При сжигании различных топлив такие показатели, как зольность, количество диоксида серы и оксидов азота в выбросах, могут сильно различаться между собой, поэтому введён суммарный показатель загрязнения атмосферы в баллах:

для сланцев он равен 3,16,  
подмосковного угля – 2,02,  
экибастузского угля – 1,85,  
березовского угля – 0,50,  
природного газа – 0,04.

Сжигание топлива по особой технологии осуществляется в кипящем (псевдоожиженном) слое, что приводит к снижению выбросов диоксида серы и твёрдых частиц.

Несмотря на технические трудности, организация замкнутых газооборотных циклов для защиты ОС также является целесообразной, особенно если это решает и гигиенические цели. Рассмотрим несколько примеров создания газооборотных циклов. На горно-обогатительных комбинатах по производству асбеста (который, как известно, способствует образованию у человека раковых опухолей) вентиляционные выбросы собирают из различных точек цехов, направляют на глубокую очистку от пылевидного асбеста, при необходимости разбавляют свежим воздухом и вентиляторами снова направляют в цеха. Уловленный асбест используется вторично.

В доменных печах часть газа с нижнего уровня печи (колосниковый газ) может подаваться в её верхнюю часть, при этом его целесообразно очищать от оксида углерода.

На АЭС часть помещений находится под разрежением во избежание попадания в атмосферу радионуклидов. Воздух из этих помещений подвергается очистке и рециркулируется.

**Во вторую группу** входят мероприятия, направленные на защиту атмосферы путём обработки и нейтрализации вредных выбросов специальными системами очистки.

Методы очистки газовых выбросов классифицируются следующим образом:

по виду загрязнения – от пылевыноса, тумана и брызг, от газообразных и парообразных примесей;

по процессу очистки – механические (пылеосадительные камеры, циклоны, фильтры, мокрые пылеуловители, электрофильтры) и физико-химические (абсорберы, адсорберы, каталитические реакторы, печи).

### **Системы и методы очистки вредных выбросов**

*От пыли:*

- сухие пылеуловители,
- мокрые пылеуловители,
- электрофильтры,
- фильтры.

При повышенном содержании пыли в воздухе используют пылеуловители и электрофильтры. Фильтры применяют для тонкой очистки воздуха с концентрацией примесей менее 100 мг/м<sup>3</sup>.

*От туманов:*

Для очистки воздуха от туманов (например, кислот, щелочей, масел и др. жидкостей) используют системы фильтров, называемых туманоуловителями. Принцип их действия основан на осаждении капель на поверхности пор волокнистого фильтрующего материала с последующим их стеканием под действием гравитационных сил. В качестве фильтрующего

материала используется войлок, лавсан, полипропилен и другие материалы толщиной 5-15 см. Эффективность туманоуловителей для размеров частиц менее 3 мкм может достигать 0,99.

*От газопарообразных примесей:*

- абсорбционные методы (промывка выбросов растворителями, растворяющими примеси),
- адсорбционные (поглощение газообразных примесей твёрдыми пористыми материалами),
- хемосорбционные (промывка выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически),
- термические (высокотемпературное дожигание углеводородов, оксида углерода, выбросов лакокрасочного производства),
- каталитические (токсичные компоненты газовой смеси при участии катализатора превращаются в безвредные вещества).

Выбор метода очистки зависит от многих факторов: объёма, расхода и температуры загрязнённых газов, характера загрязнения, начальной и конечной (требуемой) концентрации вредных веществ, содержания примесей, возможности вторичного использования отходов, наличия химических веществ, необходимых для проведения процесса очистки. При выборе того или иного процесса очистки каждый раз следует проводить технико - экономический расчёт и выбирать вариант с наименьшими затратами.

Так, пылеотстойники применяют для улавливания крупной пыли; циклоны – при концентрации пыли выше 2 г/м<sup>3</sup> и при незначительной глубине очистки; скрубберы мокрой очистки – при охлаждении газа, когда требуется высокая эффективность улавливания мелких частиц (если газы пожароопасные, нужно улавливать и твёрдые частицы, и газообразные вредные примеси). Тканые фильтры используют для высокой степени очистки, при необходимости доиспользования пыли и при низкой температуре. Электрофильтры применяют при больших расходах газа и высокой их температуре.

**В третью группу** входят мероприятия по нормированию выбросов на отдельных предприятиях и в регионах в целом.

#### **Организационные мероприятия по рациональному размещению источников загрязнений, позволяющие снизить степень распространения ЗВ:**

- строительство высоких и сверхвысоких труб;
- устройство санитарных охранных зон вокруг предприятий, озеленение городов и посёлков;
- оптимальное расположение пром. предприятий и автотранспортных магистралей (с учётом гидрометеорологических факторов) для минимизации их отрицательных воздействий;
- рациональная планировка городской застройки с учётом розы ветров и шумовых нагрузок;
- передислокация из городов и посёлков предприятий с высокой интенсивностью вредного воздействия.

#### **Методы очистки сточных вод**

Главный загрязнитель поверхностных вод – сточные воды, поэтому экологической весьма важной задачей является разработка и внедрение эффективных методов очистки сточных вод. Ввиду огромного многообразия состава сточных вод существуют различные способы их очистки: механические, физико-химические, химические, биологические и термические. Очистка может производиться каким-либо одним или комбинированными способами, с обработкой осадка (или избыточной биомассы) и обеззараживанием сточных вод перед сбросом их в водоём.

**Методы очистки сточных вод:**

1. Механические:  
отстаивание, процеживание, фильтрование, центрифугирование.
2. Физико-химические:

коагуляция, флотация, ионный обмен, экстракция, адсорбция, десорбция, ректификация, обратный осмос, электрохимические.

3. Химические:

нейтрализация, окисление (аэрация, озонирование, хлорирование), восстановление.

4. Биологические:

биологическое разложение, биохимическое окисление.

5. Термические:

сжигание, выпаривание.

**Механическая очистка** позволяет выделить из бытовых сточных вод до 60-75% нерастворимых примесей (песок, глинистые частицы), а из промышленных до 95 %, многие из которых (как ценные материалы) используются в производстве.

Очистка сточных вод от крупных твёрдых веществ производится на сетках и решётках, от мелких частиц – в гидроциклонах. Для тонкой очистки от твёрдых частиц сточные воды пропускают через фильтры.

**При физико-химических методах очистки** из сточных вод удаляются тонкодисперсные и растворённые неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества. Чаще всего из физико-химических методов применяются коагуляция, адсорбция, экстракция, а также электролиз. Электролиз заключается в разрушении органических веществ в сточных водах и извлечении металлов, кислот и других неорганических веществ при протекании электрического тока.

Бутилацетат и диизопропиловый эфир можно применять для экстрагирования фенолов.

Для очистки от мелких частиц нефтепродуктов применяют коагулянты, образующие хлопья, к которым прилипают эти частицы. Затем хлопья удаляют в отстойниках или флотаторах с помощью воздушных пузырьков, подхватывающих эти хлопья и выносящих их на поверхность. В качестве коагулянтов используют сульфаты алюминия и железа.

Для глубокой очистки сточных вод от растворимых органических соединений (фенолов, пестицидов, красителей) используют метод адсорбции, эффективность которого колеблется от 80 до 95 % в зависимости от химической природы адсорбента, величины адсорбирующей поверхности, а также от структуры и свойств улавливаемых примесей. Очищаемую воду пропускают через фильтр, загруженный сорбентом, или просто добавляют в неё измельчённый сорбент. В качестве адсорбентов применяют торф, опилки, коксовую мелочь, золы, шлаки и другие малоценные вещества, которые обычно удаляются или сжигаются после одноразового использования. Если же загрязняющее вещество или адсорбент представляют определённую ценность, то адсорбент регенерируют. Самым эффективным, но и самым дорогим сорбентом, применяемым в схемах водоочистки, является активированный уголь.

Обратный осмос – это процесс фильтрования растворов через полупроницаемые мембраны. Он происходит на молекулярном уровне и требует значительных затрат, но обеспечивает глубокую очистку от высокотоксичных вредных веществ.

Десорбция – это процесс очистки сточных вод от летучих примесей (сероводорода, аммиака). Эти процессы проводятся за счёт продувки воды воздухом или инертным газом.

Для извлечения из сточных вод металлов (цинка, меди, хрома, никеля, свинца, ртути, ванадия, марганца), а также соединений мышьяка, фосфора, цианидов используется ионообменная очистка с применением синтетических ионообменных смол.

Восстановление при **химических методах очистки** используется для удаления из сточных вод соединений ртути, хрома, мышьяка, для чего в воду вводят сульфит железа, гидросульфит натрия, гидразин, сероводород или алюминиевую пудру.

Сточные воды очищают также с использованием ультразвука, озона. Хорошо зарекомендовала себя очистка путём хлорирования.

Среди методов очистки сточных вод большую роль играет **биологический метод**, основанный на использовании закономерностей биохимического самоочищения рек и других водоёмов. Биологический (биохимический) метод основан на способности микроорганизмов использовать для своего питания многие органические и неорганические соединения из сточных вод (сероводород, аммиак, нитриты и т.д.). Используются

различные типы биологических устройств: биофильтры, биологические пруды, поля орошения, аэротенки. В биофильтрах сточные воды пропускают через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной плёнкой. Благодаря этой плёнке интенсивно протекают процессы биологического окисления.

В биологических прудах в очистке сточных вод принимают участие все организмы, населяющие водоём. Перед биологической очисткой сточные воды подвергают механической очистке, а после биологической (для удаления болезнетворных бактерий) – химической очистке, хлорированию жидким хлором или хлорной известью. Для дезинфекции используют также другие физико-химические приёмы (ультразвук, озонирование и др.). Биологический метод даёт лучшие результаты при очистке коммунально-бытовых сточных вод, а также сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной, нефтеперерабатывающей промышленности, производства искусственного волокна.

К **термическим методам** прибегают при очистке промышленных сточных вод, содержащих, главным образом, высокотоксичные органические компоненты. Под влиянием высокой температуры в процессе горения органического топлива токсические органические вещества окисляются и полностью сгорают, а минеральные частично выводятся в виде расплава, частично выносятся с дымовыми газами в виде мелкой пыли и паров. Наиболее универсальны и эффективны циклонные печи (реакторы).

### **Тема 4.3. Понятие о правовой охране окружающей среды. Основные природоохранные законы РФ.**

Природоохранное законодательство в России включает горизонтальную и вертикальную системы. Горизонтальная система природоохранного законодательства — это Конституция, Федеральные законы, указы президента, постановления правительства, нормативные акты РФ. Вертикальная система природоохранного законодательства — это нормативные акты, принятые на федеральном уровне и уровне субъектов Федерации.

Все нормативно-правовые акты можно разделить на акты представительных органов федерального уровня и субъектов федерации, принимаемые местными органами власти в пределах их компетенции.

В системе законодательства, в том числе и природоохранного, существует деление на законы и подзаконные акты. Нормативно-правовые акты федерального уровня — это федеральные законы и некоторые подзаконные акты, например указы и распоряжения Президента, постановления Правительства, нормативные акты министерств и ведомств.

Экологическое законодательство РФ включает две подсистемы: природо-ресурсную и природоохранительную.

Собственно система экологических законодательных актов Российской Федерации включает два вида законодательных актов:

1) природоохранительные законодательные акты, например, Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (2002 г.), Федеральный закон «О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах» (1995 г.), Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» (1995 г.), Федеральный закон «О гидрометеорологической службе» (1998 г.), Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» (1999 г.) и другие;

2) природно-ресурсные законодательные акты, например, Земельный кодекс РСФСР (1991 г.), Закон Российской Федерации «О недрах» (1992 г.), Федеральный закон «О животном мире» (1995 г.), Водный кодекс Российской Федерации (1995 г.), Федеральный закон «О континентальном шельфе Российской Федерации» (1995 г.), Лесной кодекс Российской Федерации, Федеральный закон «О плате за пользование водными объектами» (1998 г.), Федеральный закон «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» (1998 г.), Федеральный закон «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации» (1998 г.) и другие.

Рассмотрим основные положения главных законов Российской Федерации, имеющих экологическую направленность.

Среди всех имеющих юридическую силу нормативно-правовых актов особую важность имеет Федеральный Закон «Об охране окружающей среды» (2002 г.). Этот закон имеет комплексный характер и ориентируется на рыночные отношения. В нем заложены: 1) принципы обеспечения долгосрочных экологических и экономических интересов населения и хозяйствующих субъектов, их заинтересованности в охране окружающей природной среды; 2) предусмотрены механизмы контроля за соблюдением природоохранного законодательства, административные и экономические меры воздействия на нарушителей. В нем определена компетенция законодательной и исполнительной власти (специально на то созданных органов), а также компетенция республик в составе Российской Федерации, автономий, краев, областей, органов местного самоуправления в области охраны окружающей природной среды.

Закон «Об охране окружающей среды» состоит из 16 глав: 1) Общие положения; 2) Основы управления в области охраны окружающей среды; 3) Права и обязанности граждан, общественных и иных некоммерческих объединений в области охраны окружающей среды; 4) Экономическое регулирование в области охраны окружающей среды; 5) Нормирование в области охраны окружающей среды; 6) Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза; 7) Требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности; 8) Зоны экологического бедствия, зоны чрезвычайной ситуации; 9) Природные объекты, находящиеся под особой охраной; 10) Государственный мониторинг окружающей среды (государственный экологический мониторинг); 11) Контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль); 12) Научные исследования в области охраны окружающей среды; 13) Основы формирования экологической культуры; 14) Ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды и разрешение споров в области охраны окружающей среды; 15) Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды; 16) Заключительные положения.

Структура (название глав и статей) Федерального закона «Об охране окружающей среды» (2002 г.).

Глава 1 «Общие положения», статьи №№ 1—4: основные понятия (определения и дефиниции), законодательство в области охраны окружающей среды, основные принципы охраны окружающей среды, объекты охраны окружающей среды.

Глава II «Основы управления в области охраны окружающей среды», статьи №№ 5—10: полномочия органов государственной власти РФ, субъектов РФ, органов местного самоуправления в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды; органы исполнительной власти, осуществляющие государственное управление в области охраны окружающей среды; разграничение полномочий в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды, между органами государственной власти РФ и органами власти субъектов РФ; управление в области охраны окружающей среды, осуществляемое органами местного самоуправления.

Глава III «Права и обязанности граждан, общественных и иных некоммерческих объединений в области охраны окружающей среды» статьи №№ 11 — 15: права и обязанности граждан, общественных и иных некоммерческих объединений экологического толка в области охраны окружающей среды; система государственных мер по обеспечению прав на благоприятную окружающую среду.

Глава IV «Экономическое регулирование в области охраны окружающей среды\*», статьи №№ 14—18: методы экономического регулирования в области охраны окружающей среды; Федеральные программы в области экологического развития РФ, целевые программы в области охраны окружающей среды субъектов РФ, мероприятия по охране окружающей среды; плата за негативное воздействие на окружающую среду; предпринимательская деятельность, осуществляемая в целях охраны окружающей среды; экологическое страхование.

Глава V «Нормирование в области охраны окружающей среды», статьи №№ 19—31: основы нормирования в области охраны окружающей среды: требования к разработке нормативов в области охраны окружающей среды; нормативы — качества окружающей среды, допустимого воздействия на окружающую

среду, допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, образования отходов производства и потребления и лимиты их размещения, допустимых физических воздействий на окружающую среду, допустимого изъятия компонентов природной среды, допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду и иные нормативы в области охраны окружающей среды; государственные стандарты и иные нормативные документы в области охраны окружающей среды; лицензирование отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды; экологическая сертификация.

Глава VI «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза», статьи №№ 32, 33: проведение оценки воздействия на окружающую среду, экологическая экспертиза.

Глава VII «Требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности», статьи №№ 34—56: общие требования в области охраны окружающей среды при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции и ликвидации зданий, строений, сооружений и иных объектов (№№ 34—44); требования в области охраны окружающей среды — при производстве и эксплуатации автомобильных и иных транспортных средств, при производстве, обращении и обезвреживании потенциально опасных химических веществ (в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов), при использовании радиоактивных веществ и ядерных материалов, при использовании химических веществ в сельском и лесном хозяйстве (статьи №№ 45—49); охрана окружающей среды от негативного биологического воздействия (№ 50); требования в области охраны окружающей среды — при обращении с отходами производства и потребления, при установлении защитных и охранных зон, при приватизации и национализации имущества (статьи №№ 51—53); охрана озонового слоя атмосферы, охрана окружающей среды от негативного физического воздействия, меры воздействия за нарушение природоохранных требований (статьи №№ 54-56).

Глава VIII «Зоны экологического бедствия, зоны чрезвычайной ситуации», статья № 57: порядок установления зон экологического бедствия, зон чрезвычайных ситуаций.

Глава IX «Природные объекты, находящиеся под особой охраной», статьи №№ 58—63: меры охраны природных объектов; правовой режим охраны природных объектов; охрана редких и находящихся под угрозой исчезновения растений, животных и других организмов; охрана зеленого фонда городских и сельских поселений; охрана редких и находящихся под угрозой исчезновения почв.

Глава X «Государственный мониторинг окружающей среды (государственный экологический мониторинг)», статья № 63: организация государственного мониторинга окружающей среды (государственного экологического мониторинга) -

Глава XI «Контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль)», статьи №№ 64—69: задачи контроля в области охраны окружающей среды (статья № 64); государственный контроль в области охраны окружающей среды; права, обязанности и ответственность государственных инспекторов в области охраны окружающей среды (статьи №№ 65—66); производственный экологический контроль; муниципальный экологический контроль и общественный экологический контроль (статьи №№ 67, 68); государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду (статья № 69).

Глава XII «Научные исследования в области охраны окружающей среды\*», статья № 70: научные исследования в области охраны окружающей среды.

Глава XIII «Основы формирования экологической культуры», статьи №№ 71—74: всеобщность и комплексность экологического образования; преподавание основ экологических знаний в образовательных учреждениях; подготовка руководителей организаций и специалистов в области охраны окружающей среды и экологической безопасности; экологическое просвещение.

Глава XIV «Ответственность за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды и разрешение споров в области охраны окружающей среды», статьи № № 75—80: виды ответственности за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды; разрешение споров в области охраны окружающей среды; обязательность полного возмещения вреда окружающей среде; порядок компенсации

вреда окружающей среде, причиненного нарушением законодательства в области охраны окружающей среды; возмещение вреда, причиненного здоровью и имуществу граждан в результате нарушения законодательства в области охраны окружающей среды; требования об ограничении, о приостановлении или прекращении деятельности лиц, осуществляемой с нарушением законодательства в области охраны окружающей среды.

Глава XV «Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды», статьи №№ 81, 82: принципы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды; международные договоры РФ в области охраны окружающей среды.

Глава XVI «Заключительное положение», статьи №№ 83, 84: вступление в силу настоящего Федерального закона; приведение нормативных правовых актов в соответствие с настоящим Федеральным законом.

Природоохранное законодательство Российской Федерации предусматривает четыре формы юридической ответственности за нарушение закона, в том числе и за экологические правонарушения: 1) уголовную; 2) административную; 3) гражданско-материальную (гражданско-правовую); 4) дисциплинарную. Они различаются по видам наказаний, органам их применяющим, и зависят от степени причиненного окружающей среде и обществу вреда.

Наиболее серьезные противоправные действия, когда нарушение природоохранительного законодательства может быть рассмотрено по одной из статей Уголовного Кодекса страны либо как хозяйственное преступление, либо как преступление против любого вида собственности, либо общественной безопасности и здоровья населения, влекут за собой уголовную ответственность. В этом случае органами внутренних дел применяются следующие меры уголовной ответственности: лишение свободы на определенный срок, исправительные работы принудительного характера без лишения свободы, крупные денежные штрафы, конфискация имущества и некоторые другие.

Под воздействием общественного мнения Уголовный Кодекс неоднократно дополнялся и в настоящее время содержит несколько десятков составов преступлений, касающихся окружающей среды. Однако и сейчас он не является совершенным.

Применение мер уголовной ответственности нередко наталкивается на серьезные препятствия психологического характера. Так, уголовное наказание для должностного лица, которое в ходе производственной деятельности предприятия причинило природе существенный ущерб, воспринимается как слишком жестокое, несправедливое, а действия или бездействия этих лиц оправдываются как вынужденные, необходимые для выполнения производственных заданий, экономии средств.

Административная ответственность применяется в тех случаях, когда нарушения природоохранного законодательства характеризуются сравнительно малой степенью общественной опасности, а также когда правонарушения непосредственно не влекут за собой тяжелых экологических последствий, однако содержат угрозу их наступления.

Меры административной ответственности — это предупреждение, штраф, конфискация орудий правонарушения и незаконно добытой продукции, лишение специального права на охоту и др. Правом применения этих мер наделены специальные комиссии при исполнительных органах власти, органы внутренних дел, должностные лица контрольно-надзорных органов. Меры административной ответственности применяются без обращения в суд и по упрощенной процедуре. Штрафные санкции наиболее четко и активно применяются за нарушение водного законодательства.

В случае применения за экологические правонарушения гражданско-материальной ответственности действует механизм взыскания убытков с отдельных граждан и организаций, виновных в нарушении правовых требований охраны природы и причинивших своими неправомерными действиями имущественный вред государству, предприятиям, организациям или отдельным гражданам. Эти убытки подсчитывают и взыскивают арбитраж, суд, управленческо — административные организации (или их подразделения), привлекая экспертов. Эта форма ответственности за экологические правонарушения может сопутствовать другим формам юридической ответственности за экологические правонарушения.

Наиболее распространенной является дисциплинарная ответственность за нарушения законодательства по охране природы. Она характеризуется тем, что взыскания на виновных налагаются вышестоящими должностными лицами в порядке подчиненности. Дисциплинарные взыскания — замечание, выговор, предупреждение, перевод на нижеоплачиваемую работу, увольнение со службы и т. п. — дает возможность быстрее, чем при других средствах воздействия реагировать на нарушение трудовой, производственной и технологической дисциплины, связанные с невыполнением экологических требований. Они направлены на борьбу против таких экологических правонарушений, которые являются мелкими и не отличаются высокой степенью общественной опасности, но в силу своей распространенности наносят значительный вред окружающей среде.

В связи с недобросовестным выполнением служебных обязанностей по рациональному природопользованию к работникам предприятий, организаций могут применяться материальные санкции дисциплинарного характера, выражающиеся в лишении премий за высокие производственные показатели, если они достигнуты в результате нарушения или невыполнения требований по охране природы в производственном процессе.

Учитывая чрезвычайную важность контроля за состоянием экологической обстановки в стране в целом и ее регионах, в России с 1990-х гг. ежегодно составляется и публикуется Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации».

В России с 1991 г. расширены компетенции республик, краев, областей в сфере охраны окружающей среды. Субъекты Российской Федерации получили право на выдачу именно ими разрешений на пользование землей, недрами, водами, лесами и иной растительностью, животным миром, на размещение, переработку, захоронения (складирования) промышленных, коммунально-бытовых и иных отходов. Однако, недостаточные уровни экологических знаний, зрелости гражданской патриотической позиции, моральной стойкости некоторых представителей органов законодательной и исполнительной власти на местах резко увеличили возможность неразумно пользоваться этим правом не в пользу, а во вред жителей данной территории. Кроме того, сохраняется возможность за частными выгодами от реализации этого права, получить негативный результат в общенациональном масштабе (действует общефилософский закон: сумма частных эффектов не всегда обеспечивает общий положительный результат).

В Законе «О охране окружающей среды» (2002 г.) констатируется приоритет интересов населения при осуществлении любых форм деятельности. Охрана жизни и здоровья человека, обеспечение благоприятных условий для жизни, труда и отдыха людей являются основным принципом при организации и осуществлении хозяйственной, управленческой и иных форм деятельности, оказывающих отрицательное воздействие на состояние природной среды.

В Законе «Об охране окружающей среды» (далее — Закон) указывается необходимость сознательного отношения людей к их действиям и поступкам в экологическом плане. Закон указывает, что граждане России обязаны сохранить природу и природную среду, бережно относиться к природе и природным богатствам, соблюдать иные требования природоохранного законодательства (Глава 111, статья № 11).

Закон утверждает необходимость нормирования качества окружающей среды (Глава V), определяет с правовых позиций понятия и суть экологических нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ, нормативы предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ, уровней шума, вибраций, магнитных полей и иных вредных физических воздействий, уровня радиационного воздействия, нормы применения агрохимикатов в сельском хозяйстве, остаточных количеств химических веществ в продуктах питания, норм нагрузки на окружающую природную среду, а также нормативы санитарных и защитных зон.

В Законе государственная экологическая экспертиза оценивается как обязательная мера охраны окружающей природной среды, как непременно предшествующая стадия принятию практически значимого хозяйственного решения, осуществление которого

может иметь негативный экологический резонанс (Глава VI).

В Законе сформулированы правовые подходы к экологическим требованиям при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию предприятий, сооружений и иных объектов, а также при эксплуатации предприятий, сооружений и иных хозяйственных объектов (Глава VII).

В Законе подчеркивается исключительная значимость природных объектов, находящихся под особой охраной. Государственные природные заповедники, в том числе государственные природные биосферные заповедники, государственные природные заказники, памятники природы, национальные парки, памятники природы, национальные парки, природные парки, биологические сады и иные особо охраняемые территории, природные объекты, имеющие особое природоохранное, научное, историко-культурное, эстетическое, рекреационное, оздоровительное и иное ценное значение образуют природнозаповедный фонд (Глава IX, статья № 58).

В Законе указывается порядок охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения растений и животных, а также природы курортных и лечебно-оздоровительных зон (Глава IX, статьи №№ 60—62).

В Законе определены понятия, система и задачи экологического контроля. В Российской Федерации осуществляется государственный, производственный, муниципальный, общественный контроль в области охраны окружающей среды (Глава XI, статья 64). Экологический контроль включает в себя, как рго генную «ясть. государственную службу наблюдения за состоянием окружающей природной среды.

Новым уровнем в экологической политике России стала утвержденная Законом система экологического воспитания и образования граждан страны. Всеобщее, комплексное, экологическое воспитание граждан утверждается как необходимое условие борьбы, работ за сохранение, спасение, улучшение качества природной среды. Закон называет обязательным преподавание экологических знаний в учебных заведениях всех уровней, констатирует необходимость и устанавливает систему профессиональной экологической подготовки руководящих работников и специалистов, определяет целесообразные направления распространения экологических знаний и научных экологических исследований.

В Законе указывается, что в целях формирования экологической культуры и профессиональной подготовки специалистов в области охраны окружающей среды в России устанавливается система всеобщего и комплексного экологического образования, включающая в себя детские дошкольные учреждения и общие образовательные учреждения, средние профессиональные и высшие учебные заведения, заведения после вузовского профессионального образования, профессиональную подготовку и повышение квалификации специалистов, а также распространение экологических знаний, в том числе через средства массовой информации, музеи, природоохранные учреждения, организации спорта и туризма (Глава XIII, статья № 71).

В Законе рассмотрены также вопросы разрешения споров в области охраны природной среды, виды ответственности за экологические правонарушения: дисциплинарная, материальная, административная, уголовная, порядок возмещения вреда, причиненного экологическим правонарушением (Глава XIV, статьи 75—79), возможные направления международного сотрудничества в области охраны окружающей среды (Глава XV).

В 1991 г. был принят Закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1991—1993 гг. были сделаны корректировки и дополнения его первый принятой редакции). В этом Законе дается определение понятия «санитарно-эпидемиологическое благополучие населения», определена структура санитарного законодательства в стране, даны определения и установочный статус санитарных правил, норм и гигиенических нормативов, а также полномочий Российской Федерации и ее субъектов по вопросам санитарно-эпидемиологического толка (раздел 1, 2). В Законе сформулированы исходные санитарно-эпидемиологические принципы и требования при планировке и застройке населенных пунктов, к качеству материалов, веществ, изделий, продовольственному сырью и пищевым продуктам, питьевой воде, атмосферному воздуху,

захоронению, переработке, обезвреживанию, утилизации отходов, а также к жилым и производственным помещениям, к условиям выполнения работ с источниками ионизирующих и неионизирующих излучений, назван порядок профилактических медицинских осмотров населения, гигиенического воспитания и образования граждан (раздел 3). В Законе сформулирована мера ответственности за нарушения санитарного законодательства страны (раздел 4), определена система государственного и ведомственного санитарно-эпидемиологического надзора, а также производственного и общественного контроля (раздел 5), раскрыта структура санитарно-эпидемиологической службы страны (раздел 6).

Закон констатирует, что граждане Российской Федерации обязаны: 1) заботиться о состоянии своего здоровья, о здоровье и гигиеническом воспитании своих детей; 2) соблюдать действующие санитарные нормы; 3) проводить или принимать участие в проведении гигиенических и противоэпидемиологических мероприятий; 4) выполнять решения Государственной санитарно-эпидемиологической службы страны; 5) использовать актуальную информацию на благо своего здоровья и здоровья окружающих людей (статья 6).

Для всех граждан России для предупреждения инфекционных заболеваний являются обязательными прививки против туберкулеза, полиомиелита, дифтерии, коклюша, кори, столбняка (статья 24).

Трудоспособные граждане должны проходить медицинские осмотры при приеме на работу и уже будучи членами определенного (конкретного) трудового коллектива (статья 23).

Предприятия, организации, отдельные лица, нанесшие урон санитарно-эпидемиологической обстановке или конкретным людям, несут дисциплинарную, административную, уголовную, экономическую ответственность за содеянное (статьи 27—31).

В 1991 г. был принят Закон Российской Федерации «О плате за землю» (впоследствии в него внесли ряд изменений и дополнений). Этот Закон впервые в России определил отношение к земле в условиях складывающихся рыночных отношений. Закон констатирует, что использование земли в стране является платным и формами платы являются: земельный налог, арендная плата, нормативная цена земли (статья 1). В Законе определены порядок платы за земли сельскохозяйственного назначения (статьи 4—11), льготы по взиманию платы за земли (статьи 12—14), порядок установления и взимания платы за земли (статья 15—23), использования средств, поступивших от платы за землю (статья 24), нормативная цена земли (статьи 25, 26). Приложения к этому Закону дают конкретные исходные количественные показатели для проведения необходимых конкретных расчетов для проплат за землю.

В 1991 г. был принят Закон Российской Федерации «О недрах». В нем дается определение понятию «недра», он содержит правовые и экономические основы рационального использования и охраны недр России. Этот Закон впервые в стране констатирует, что ведению субъектов Российской Федерации подлежит определение форм и размеров платы за пользование недрами, а также установлению порядка пользования недрами для разработки месторождений полезных ископаемых и строительства подземных сооружений (статья 4, пункты 8 и 9). Закон определяет характер пользования недрами, называет виды пользования недрами, раскрывает содержание и порядок предоставления лицензий на пользование недрами (статьи 6—22). В Законе изложены требования к рациональному использованию недр и их охране (статьи 23—34), названы цели и особенности составления и ведения государственного кадастра месторождения полезных ископаемых и государственного баланса запасов полезных ископаемых (статьи 30 и 31). В Законе изложены система государственного регулирования отношений недропользователей (статьи 35—38), плата при пользовании недрами (статьи 39—48), названы виды ответственности за нарушение закона о Недрах (статьи 49—51) и порядок заключения международных договоров (статья 52). Особый практический интерес представляют статья 42, в которой дана точная, конкретная количественная аргументация и

адрес поступления платежей за право пользования недрами.

Работа по разработке природоохранного законодательства продолжается. Новое природоохранное законодательство внедряется в жизнь современной России.

#### **Тема 4.4. Экономические механизмы защиты природной среды**

Государственная природно-ресурсная и экологическая политика осуществляется в нашей стране в направлении совершенствования важнейших экономических и финансовых механизмов (рычагов) природопользования, среди которых:

1) экономическая реализация прав государства как собственника природных ресурсов;

2) совершенствование системы платежей за пользование природными ресурсами в рамках осуществления налоговой реформы;

3) развитие практики и методов экономической оценки природных ресурсов на базе приоритета рентного подхода, позволяющего перераспределять часть природных богатств в пользу общества;

4) экономическое стимулирование рационального использования природных ресурсов на базе применения ресурсо- и энергосберегающих технологий;

5) реформирование эффективных финансовых механизмов обеспечения воспроизводства и охраны природных ресурсов (примеры: планируемое введение налога на дополнительный доход, возможное участие России в международной торговле квотами на загрязнение воздушной среды);

6) привлечение инвестиций в сферу природопользования и охраны окружающей среды;

7) создание развитого внутреннего рынка страховых услуг и экологического аудита;

8) совершенствование системы лицензирования природопользования;

9) поддержка предпринимательства, в том числе малого и среднего, в сфере природопользования и экологических услуг.

В Законе «Об охране окружающей среды» рассмотрен экономический механизм охраны окружающей среды (Глава IV). Основные задачи экономического механизма охраны окружающей среды таковы:

1) планирование и финансирование природоохранных мероприятий;

2) установление лимитов использования природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду и размещение отходов;

3) установление нормативов платы и размеров платежей за использование природных ресурсов, выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду, размещение отходов и другие виды вредного воздействия;

4) предоставление предприятиям, учреждениям и организациям, а также гражданам налоговых, кредитных и иных льгот при внедрении ими малоотходных и ресурсосберегающих технологий и нетрадиционных видов энергии, осуществлении других эффективных мер по охране окружающей природной среды;

5) возмещение в установленном порядке вреда, причиненного окружающей природной среде и здоровью человека.

В соответствии с Законом «Об охране окружающей среды» (Глава IV, статья № 14), к актуальным методам экономического регулирования в области охраны окружающей среды в современной России относятся:

- разработка государственных прогнозов социально-экономического развития на основе экологических прогнозов;

- разработка федеральных программ в области экологического развития Российской Федерации и целевых программ в области охраны окружающей среды субъектов Российской Федерации;

- разработка и проведение мероприятий по охране окружающей среды в целях предотвращения причинения вреда окружающей среде;

- установление платы за негативное воздействие на окружающую среду;

- установление лимитов на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов, лимитов на размещение отходов производства и потребления и другие виды негативного воздействия на окружающую среду;
- проведение экономической оценки природных объектов и природно-антропогенных объектов
- проведение экономической оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду
- предоставление налоговых и иных (льгот) при внедрении наилучших существующих технологий, нетрадиционных видов энергии, использовании вторичных ресурсов и переработке отходов, а также при осуществлении иных эффективных мер по охране окружающей среды в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- поддержка предпринимательской, инновационной и иной деятельности (в том числе экологического страхования), направленной на охрану окружающей среды;
- возмещение в установленном порядке вреда окружающей среде;
- иные методы экономического регулирования по совершенствованию и эффективному осуществлению охраны окружающей среды.

Как мы видим, в Законе называются для использования в повседневной деятельности относительно новые для России приемы реализации экологического механизма в природоохранной сфере: лимиты на природопользование, платность использования природных ресурсов, экологическое страхование, экономическое стимулирование окружающей природной среды и др. (Глава IV).

#### **Тема 4.5. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды**

Пристальное внимание к проблемам наблюдений и контроля за состоянием и уровнем загрязнения природной среды большинства развитых стран мира проявляется, по крайней мере, со времени Стокгольмской конференции 1972 г.. В 1972 г. в Стокгольме при ООН была создана специальная структура - Программа ООН по окружающей среде United Nations Environment Programme (ЮНЕП), под эгидой которой на средства ООН разрабатывались и реализовывались различные международные программы по охране окружающей среды. В частности, так осуществлялась борьба с опустыниванием в Африке и на других континентах.

Большое развитие природоохранные работы на международном уровне получили и под эгидой ЮНЕСКО. В первую очередь это относится к программе *Man and Biosphere* (МАБ), принятой в 1970 г. Она состоит из 14 разнопрофильных проектов – биоэкологических, геоэкологических и социоэкологических. В такой последовательности можно расположить, например, проекты «Сохранение природных районов и содержащегося в них генетического материала», «Изучение загрязнения окружающей среды и его воздействия на биосферу» и «Понимание состояния окружающей среды».

В 1979 г. в Женеве подписана *Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния* (CLRTAR). Документ стимулировал разработку пяти специализированных программ международного сотрудничества, подготовленных Рабочей группой европейской экономической комиссии ООН. Среди них важнейшие:

- ✓ европейская Программа мониторинга переноса воздушных загрязнений,
- ✓ Программа лесного мониторинга,
- ✓ Программа интегрального мониторинга.

Все программы призваны обеспечить достоверные оценки глобальных и региональных трансграничных воздействий.

В 1982 г. Генеральная Ассамблея ООН приняла *Всемирную хартию природы*, принципы которой гласят:

1. природа должна охраняться, а основные процессы в ней не нарушаться,
2. генетическое разнообразие на Земле не должно ставиться под угрозу,
3. принципы охраны природы должны распространяться на всю Землю – и на сушу, и на океан,

4. все экосистемы и природные ресурсы должны использоваться так, чтобы сохранялась оптимальная устойчивая продуктивность,
5. природа должна быть застрахована от деградации, связанной с военными действиями.

В 1983 г. в Вашингтоне прошла конференция «*Мир после ядерной войны*». Доклады американских учёных К.Сагана, П.Эрлиха, а также российского учёного В.В.Александрова показали, что в случае такой войны и наступления вследствие неё «ядерной зимы» погибнет не только всё человечество, но и почти все группы земных организмов, кроме наиболее примитивных. Этот важнейший шаг мировой науки спас человечество и биосферу от катастрофы, так как в 1987 г. закончилась холодная война между Востоком и Западом.

В 1987 г. Всемирная комиссия ООН по окружающей среде и развитию поставила вопрос о необходимости поиска новой модели развития цивилизации в докладе «Наше общее будущее», известном как доклад Г.Х.Брундтланд, которая возглавляла работу. Был введён *термин* «*устойчивое развитие*», означавший удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения без лишения такой возможности будущего населения Земли.

Усилия резко улучшить ситуацию в деле охраны окружающей среды были предприняты в 1992 г. в Рио-де-Жанейро, где состоялась *Конференция ООН по окружающей среде и развитию* на уровне глав государств и правительств. Тримя главными приоритетами, декларированными Конференцией ООН, стали:

- сохранение биоразнообразия,
- противодействие потеплению климата,
- борьба с опустыниванием.

Проблема сохранения биоразнообразия на планете тесно связана с проблемой сохранения лесов. Тропический лес служит приютом для 4/5 всех видов животных и растений в мире (т.е. примерно для 80 % всех видов). С уничтожением тропического леса эти виды обречены на вымирание. А за последние 40 лет было вырублено около половины влажных тропических лесов (Африка потеряла 23 % своего леса, а Латинская Америка – 38 %). Катастрофическое сокращение лесов в странах Юго-Восточной Азии может привести к их полному уничтожению уже к 2010 г. Общая вырубка лесов в мире (тропических и хвойных, вместе взятых) составляет примерно 17 – 25 млн. га в год и только на 20 % этих площадей производится их восстановление. При таких темпах, если не принять меры к их охране, все леса на планете будут вырублены за 150 – 180 лет.

Важную роль для существования многих видов играют болота, которые быстро исчезают. В США уничтожено 50 % болот, в тропических странах – 80 %.

В ближайшие 20 лет может исчезнуть 1/5 всех видов растений и животных, существующих сегодня на Земле. Под угрозой исчезновения находятся 250 видов рыб, около 100 видов рептилий, 500 видов беспозвоночных, 300 видов птиц, 400 видов млекопитающих (в том числе голубой кит – самое крупное из когда-либо живших млекопитающих, длиной до 33 м и весом до 150 т, носорог, тигр – в России осталось только 200 амурских тигров). Под угрозой исчезновения находятся также 7 тыс. видов растений.

Ежегодно исчезают 10 – 15 тысяч видов, преимущественно простейших, т.е. за 50 последующих лет мы потеряем 25 – 50 % биологического разнообразия на планете. Растительный и животный мир стал невозобновляемым ресурсом. И мировому сообществу, действительно, следует признать сохранение биоразнообразия одним из главнейших своих приоритетов.

Другая насущная проблема, уже долгие годы находящаяся в центре внимания, - это опустынивание. Пустыни и полупустыни занимают 43 % поверхности суши. Пустыня Сахара растёт в среднем на 1 км в год, а пустыня Туркана в Кении местами продвигается на 10 км в год. В Мали за 20 лет пустыня передвинулась на 350 км южнее прежней границы. Наступает пустыня и в Австралии. С 1975 по 1995 гг., т.е. за 20 лет, пустыни расширились на 120 млн. га.

Но термин «опустынивание» означает не расширение площади пустынь, а их образование. В засушливых областях опустыниванию подверглись 47 % неорошаемых посевных площадей, 73 % пастбищ, 30 % орошаемых площадей, т.е. примерно четверть суши. К

началу 1980-х годов умеренному опустыниванию подверглись 1500 млн. га пастбищ в развивающихся странах.

Конференция ООН в Рио-де-Жанейро призвала страны мира искать пути перехода к устойчивому развитию.

По оценкам ученых, цивилизация уже перешагнула все допустимые пределы своего роста. Без существенного уменьшения потоков материальных и энергетических ресурсов в мире в ближайшие десятилетия произойдет неконтролируемое сокращение производства энергии, промышленных изделий и продовольствия в пересчёте на одного человека. Но создание устойчивого общества пока возможно. Однако в сфере экономики необходимы следующие кардинальные изменения:

- потребление возобновимых ресурсов не должно превышать масштабов их восстановления,
- использование невозобновимых ресурсов не должно обгонять разработку и производство заменяющих их материалов,
- интенсивность выбросов загрязняющих веществ не должна превышать возможности окружающей среды поглощать их,
- всё это должно быть обеспечено быстрым повышением эффективности использования сырья и энергии.

Конец XX в. можно считать временем, когда человечество осознало опасность экологической катастрофы, но ещё не выработало надёжной стратегии для защиты от неё. Представление об устойчивом развитии как будто бы хорошо согласуется с тем, что происходит в развитых странах с низкой плотностью населения. Однако для перенаселённых стран с высоким приростом населения и к тому же с бедными природными ресурсами важнейшим приоритетом является борьба с голодом и нищетой, из-за чего экологические цели оставляются этими странами без внимания и реализуются только тогда, когда от них напрямую зависит развитие экономики.

Вкладом в решение проблемы сохранения биоразнообразия стало принятие в 2000 г. в Найроби (Кения) Конвенции об изучении, охране и торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения, а также Конвенции о биоразнообразии окружающей среды.

#### **Участие России в международных конвенциях и соглашениях**

Выполняя принятые на себя обязательства в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, Россия ежегодно сокращает выбросы соединений серы и оксидов азота на европейской территории страны.

Россия также участвует в Конвенции по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов. Наша страна соблюдает временный мораторий на сброс радиоактивных веществ в морскую среду.

Россия участвует в ряде конвенций и соглашений, направленных на охрану фауны и флоры:

- Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения;
- Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом в качестве местообитания водоплавающих птиц;
- Соглашении о сохранении белых медведей;
- Международной конвенции по регулированию китобойного промысла и др.

Выполнение требований Международной конвенции по предотвращению загрязнения судов способствовало тому, что эксплуатационный сброс с судов как в море, так и на реках сократился в несколько раз.

Важным событием в предотвращении загрязнения региональных морей явилось подписание Декларации по защите морской среды Балтийского моря, которая предусматривает 50 %-ное сокращение сбросов биогенных веществ (азот, фосфор), нефтепродуктов, некоторых тяжёлых металлов и органических соединений. Для выполнения Декларации были разработаны меры по Балтийскому региону бывшего СССР, охватывающие 500 предприятий-водопользователей с выделением значительных капитальных вложений на природоохранные мероприятия.

Приняты конвенции или соглашения о защите от загрязнения Чёрного, Карского, Баренцева, Каспийского и других морей.

Россия проводит большую работу по выполнению Венской конвенции об охране озонового слоя и Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой.

В соответствии с Базельской конвенцией о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, с 1995 г. РФ участвует в международном сотрудничестве в качестве полноправной стороны.

Представители России, Белоруссии, Украины, Литвы и Польши в г.Вигры (Польша) подписали «Вигерскую декларацию», в которой признано необходимым осуществлять сотрудничество по охране территории с сохранившимися лесными массивами, расположенными в приграничных зонах указанных стран и имеющими важное экологическое значение не только для этих государств, но и для всей северо-восточной Европы.

#### 4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование лабораторной работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	3.	Определение качества воды.	4	-
2	3.	Механизм образования кислотных дождей	4	-
3	4.	Изучение Федеральных законов «Об охране окружающей среды», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».	9	Разбор конкретных ситуаций (3час.)
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>3</b>

#### 4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование практической работы</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Изучение методики подсчета срока истощения невозобновимых ресурсов	2	-
2	2.	Экологическая роль почв. Почва – главный ресурс агросистем.	2	-
3	2.	Оценка экологического состояния воздуха	2	-
4	3.	Биосфера и место в ней человечества	2	
5	3.	Экологические факторы среды и закономерности их действия на живые организмы. Аутэкология	2	

	4.	Качество воды	2	Разбор конкретных ситуаций (3час.)
6	4.	Демографическая проблема	2	
7	4.	Международное сотрудничество в решении проблем природопользования.	3	
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>3</b>

**4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат**

Учебным планом не предусмотрено

**5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>			<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub>, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОПК</i>		<i>ПК</i>				
			<i>1</i>	<i>2</i>	<i>11</i>				
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	
1. Роль экологии в современном обществе.		14	+	-	-	1	14	Лк, ЛР, ПЗ	зачет
2. Экосистемы		17	+	+	+	3	5,7	Лк, ЛР, ПЗ	зачет
3. Загрязнение окружающей среды		37	-	+	+	2	18,5	Лк, ПЗ	зачет
4. Мероприятия по защите окружающей среды. Международное сотрудничество		40	+	-	-	1	40	Лк, ПЗ	зачет
<i>всего часов</i>		<b>108</b>	<b>59,7</b>	<b>24,2</b>	<b>24,2</b>	<b>3</b>	<b>36</b>		

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.
3. [Боголюбов, С. А.](#) Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст]: учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 398с.
4. [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
5. [Пискулова, Н. А.](#) Экологический вектор развития мировой экономики : научное издание / Н. А. Пискулова. - М. : Навона, 2010. - 240 с.
6. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./чел.)
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	<a href="#">Емельянов, А. Г.</a> Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.	Лк, ЛР, ПЗ	10	1
2.	<a href="#">Доценко, А. И.</a> Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.	Лк, ЛР, ПЗ	5	0,5
3.	<a href="#">Боголюбов, С. А.</a> Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 398 с.	Лк, ЛР, ПЗ	6	0,6
<b>Дополнительная литература</b>				
4.	<a href="#">Протасов, В. Ф.</a> Экология, охрана природы. Законы, кодексы, платежи, показатели, нормативы, ГОСТы, Экологическая доктрина, Киотский протокол, термины и понятия, экологическое право : учеб. пособие для вузов / В. Ф. Протасов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Финансы и статистика, 2006.	Лк, ЛР, ПЗ	12	1
5.	<a href="#">Федорова, А. И.</a> Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.	ЛР, ПЗ	5	0,5
6.	Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2012 году : научное издание / Министерство природных ресурсов и экологии Иркутской области. - Иркутск : Издательство Института географии СО	Лк	3	0,3

	РАН, 2013. - 337 с.			
7.	<a href="#">Константинов, В. М.</a> Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.	Лк, ЛР, ПЗ	20	1
8.	Природопользование, охрана окружающей среды и экономика: Теория и практикум : учебное пособие / Под ред. А. П. Хаустова. - Москва : РУДН, 2006. - 613 с.	Лк	6	0,6
9.	<a href="#">Варданын, М. А.</a> Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : практикум / М. А. Варданын. - Братск : БрГУ, 2016. - 146 с.	Лк, ЛР	11	1
10.	Основы экономики природопользования : учеб. пособие для вузов / Под ред. В. Н. Холиной. - Санкт-Петербург : Питер, 2005. - 672 с.	Лк, ЛР, ПЗ	40	1
11.	<a href="#">Константинов, В. М.</a> Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.	Лк, ЛР, ПЗ	49	1
12.	<a href="#">Еремченко, О. З.</a> Учение о биосфере : учеб. пособие для вузов / О. З. Еремченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2006. - 240 с.	Лк, ЛР, ПЗ	45	1
13.	Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ <a href="http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/">http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/</a>	ЛР	ЭР	1
14.	Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.1999 N 52-ФЗ <a href="http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/">http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/</a>	ЛР	ЭР	1
15.	"Международная конвенция по обеспечению готовности на случай загрязнения нефтью, борьбе с ним и сотрудничеству 1990 года" (OPRC) (Вместе с "Возмещением расходов, связанных с оказанием помощи") (Заключена в г. Лондоне 30.11.1990) из информационного банка "Международное право" <a href="http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/oil_pollution_preparedness.shtml">http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/oil_pollution_preparedness.shtml</a>	ЛР	ЭР	1
16.	Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию (Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года) <a href="http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl">http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl</a>	ЛР	ЭР	1
17.	Конвенция о биологическом разнообразии <a href="http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml">http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml</a>	ЛР	ЭР	1

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ [http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=).
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru>.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ и практических занятий

#### Лабораторная работа №1 Определение качества воды.

Цель работы: углубление знаний о гидросфере, об экологической роли воды, об источниках загрязнения вод и их последствиях, рациональном использовании и охране водных ресурсов.

Задание:

1. Определить органолептические характеристики воды;
2. Определить цветность воды;
3. Определить мутность воды.

Порядок выполнения:

Качество жизни человека определяется, в числе прочих, такими категориями, как пища, тепло и холод, чистый воздух и вода, электрическая энергия, объем отходов жизнедеятельности. При этом роль воды как жизнеобеспечивающего фактора не ограничивается только хозяйственно-питьевым использованием. Можно уверенно сказать, что вода (особо чистая, техническая, минеральная, термальная, сточная и т. д.) участвует во всех производственных циклах, а значит прямо или косвенно влияет на все категории, определяющие качество жизни.

Вода – важнейший компонент любой экосистемы. Состав и свойства воды прямо или косвенно влияют на экологическое состояние всех природных объектов, т. к. совершая круговорот, природная вода участвует во многих химических и физических процессах живой и неживой природы. Высокая растворяющая способность воды приводит к ее загрязнению опасными для жизнедеятельности организма твердыми, жидкими и газообразными веществами. В организме человека массовая доля воды равна 70 %. Потеря организмом более 10 % воды может привести к смерти. Без воды человек может прожить только три дня, в то время как без пищи – 30–50 дней . С водой в организм поступают химические соединения (и необходимые, и вредные), водная среда служит для осуществления процессов очищения организма от шлаков, регуляции температуры тела, транспортной работы крови и поддержки кислотно-основного равновесия в организме.

Состав воды отражает экологическое состояние не только самого водного объекта, но и свидетельствует об экологическом благополучии контактирующих с водой почв, атмосферного воздуха. По результатам химического анализа вод и водных вытяжек почв и горных пород делается заключение о степени антропогенного влияния на территорию.

Вода – обязательное условие жизни. Вода входит в качестве неотъемлемого компонента в любой организм. Ей принадлежит важнейшая роль в строении и функционировании живой клетки. Процессы питания и метаболизма невозможны без воды . Водный баланс в системе живого организма так же важен, как и водный баланс в окружающей среде и биосфере в целом.

#### *Опыт №1. Определение органолептических характеристик воды*

##### *1. Определение запаха*

1. Заполните колбу водой на 1/3 объема и закройте пробкой.
2. Взболтайте содержимое колбы.
3. Откройте колбу и осторожно, неглубоко вдыхая воздух, сразу же определите характер и интенсивность запаха. Если запах сразу не ощущается или запах неотчетливый, испытание можно повторить, нагрев воду в колбе до температуры 60<sup>0</sup> (подержав колбу в горячей воде). Интенсивность запаха определите по пятибалльной системе согласно таблице 1.

### Определение интенсивности запаха

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Сразу не ощущается, но обнаруживается при тщательном исследовании (при нагревании воды)	1
Слабая	Запах замечается, если обратить на это внимание	2
заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Характер запаха определите по таблице 2.

Таблица 2.

### Определение характера запаха

Характер запаха	
<b>Естественного происхождения:</b> неотчетливый (или отсутствует) землистый гнилостный плесневой торфяной травянистый другой (укажите какой)	<b>Искусственного происхождения:</b> неотчетливый (или отсутствует) нефтепродуктов (бензиновый) хлорный уксусный фенольный другой (укажите какой)

### 2. Определение цветности

1. Заполните пробирку водой до высоты 10-12 см.
2. Определите цветность воды, рассматривая пробирку сверху на белом фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном).
3. Выберите из таблицы 3 наиболее подходящий оттенок

Цветность воды
Слабо-желтоватая
Светло-желтоватая
Желтая
Интенсивно-желтая
Коричневатая
Красно-коричневатая
Другая (укажите какая)

### 3. Определение мутности

1. Заполните пробирку водой до высоты 10-12 см.
2. Определите мутность воды, рассматривая пробирку сверху на темном фоне при достаточном боковом освещении (дневном, искусственном). Выберите нужное из таблицы Таблица 4.

Мутность воды
Слабо опалесцирующая

Опалесцирующая
Слабо мутная
Мутная
Очень мутная

### **Опыт №2. Грязная или чистая вода?**

Наполните пробирку водой. Добавьте в нее немного раствора перманганата калия. Что наблюдаете? Если цвет раствора остался розовый – вода чистая, если он обесцветился – вода грязная. На основании наблюдений сделайте вывод о том, какая у Вас вода.

### **Опыт №3. Очистка воды от СМС (синтетических моющих средств)**

В пробирку налейте 2 мл раствора СМС, нагрейте и добавьте поваренную соль до насыщенного раствора. По мере насыщения раствора поваренной солью растворимость СМС уменьшается. СМС всплывет над прозрачной жидкостью в виде твердых творожистых хлопьев, которые можно собрать или отфильтровать.

Характеристика	Вывод (словесное описание)
Запах	
Цветность	
Мутность	
Чистота	
Наличие СМС	

**Занесите полученные результаты в таблицу 5.**

Сделайте **выводы** об экологическом состоянии источника, из которого была взята проба.

### Форма отчетности:

Формой отчетности по лабораторной работе является Отчет, который должен содержать цель работы, оборудование и материалы, порядок выполнения, расчеты, результаты, выводы.

### Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.
3. [Боголюбов, С. А.](#) Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 398 с.

### Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.
2. [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
3. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.
4. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
5. [Варданян, М. А.](#) Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : практикум / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2016. - 146 с.
6. [Константинов, В. М.](#) Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.

## Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каковы, по вашему мнению, главные причины водно-экологического кризиса? В каких странах уже сейчас запасы пресной воды стали лимитирующим фактором развития не только в экосистемах, но и в социальной сфере и экономике?

2. Основной объем пресной воды сосредоточен:

## Лабораторная работа №2 Механизм образования кислотных дождей

Цель работы: изучить механизм образования кислотных дождей

### Задание:

1. По предложенному тексту составить схему «Механизм образования кислотных осадков»;
2. Изучить и представить графически кислотность осадков в вашем районе на протяжении 2 недель, собирая дождь (снег) в чистые стеклянные ёмкости непосредственно при выпадении осадков.

### Порядок выполнения:

Основной причиной повышения кислотности являются выбросы оксида серы, который превращается в оксид серы благодаря окислению за счёт кислорода воздуха, озона, пероксида водорода в воздухе, присутствию оксидов металлов, выполняющих роль катализаторов, и атмосферной влаге. 60% кислотности в осадках получается за счёт серной кислоты, 30% - за счёт азотной и 5% - соляной.

Кислотным называют дождь (снег), рН которого ниже 5,6.

**Загрязнение атмосферы соединениями серы.** Соединения серы попадают в атмосферу естественным путем (вулканическая деятельность) и в результате антропогенной деятельности человека (сжигание ископаемого топлива, которое содержит серу). В процессе горения часть серы окисляется до  $\text{SO}_2$ . Среди используемых видов топлива первое место по поставке диоксида серы занимает каменный уголь, второе - нефть, третье - природный газ. Наиболее распространенными соединениями серы, поступающими в атмосферу, являются диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ), сульфиты ( $\text{SO}_3$ ), сероуглерод ( $\text{CS}_2$ ) и сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Содержание серы в угле достаточно велико. В процессе горения сера превращается в сернистый газ, а часть серы остается в золе в твердом состоянии.

Источниками образования  $\text{SO}_2$  является также металлургическая промышленность (переработка сульфидных руд меди, свинца и цинка), а также предприятия по производству серной кислоты и переработке нефти.

Основной вред окружающей среде наносит продукт окисления диоксида серы -  $\text{SO}_3$ . Процесс окисления осуществляется под действием кислорода на пылеобразных частицах оксидов металлов в качестве катализаторов, в атмосферной влаге или под действием солнечного света. Газообразный  $\text{SO}_3$  растворяется в капельках влаги с образованием серной кислоты:  $\text{SO}_3(\text{газ}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{H}_2\text{SO}_4(\text{водн})$

**Загрязнение атмосферы соединениями азота.** Оксиды азота образуются в атмосфере естественным и антропогенным путем (сжигание всех видов природного топлива (12 млн.т./год), транспорт (8 млн.т./год) и промышленность (1 млн.т./год)). Загрязнение оксидами азота в целом невелико (искл. - районы с развитой химической промышленностью).

$\text{NO}$  - образуется в малых количествах в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания при прямом взаимодействии кислорода с азотом. В среднем выделение  $\text{NO}$  автомобилем - 1-2 г на 1 км. Вступает в реакцию кислородом:  $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ , поэтому некоторое количество диоксида азота присутствует в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания. Газообразный диоксид азота растворяется в капельках влаги с образованием азотной кислоты:  $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

Вымывая из атмосферы  $H_2SO_4$  и  $HNO_3$ , осадки становятся кислотными. Их pH зависит от количества кислот и воды, в которой они растворены. Кислоты могут выпадать из атмосферы и без воды, сами по себе или с частицами пыли. Сухие кислотные отложения могут накапливаться на поверхности растений и при смачивании небольшим количеством влаги, например, при выпадении росы, давать сильные кислоты. Т.е., к кислотным осадкам можно отнести и кислотную росу. Чистая дождевая вода имеет слабокислую реакцию ( $pH=5,6$ ), поскольку в ней легко растворяется углекислый газ из воздуха с образованием слабой угольной кислоты:  $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$

Чтобы измерения были достоверными, необходимо правильно отобрать пробы снега:

- 1) Выбрать площадку для отбора проб, на которой можно построить треугольник со сторонами не менее 10 м (10 – 30 м).
- 2) В вершинах треугольника разметить квадраты со сторонами 1 м. Получится 3 таких квадрата.
- 3) Пробы берут по углам квадрата (4 штуки) и в центре. Всего собирают 5 проб с квадрата. Три квадрата дают 15 проб.
- 4) Снег берут почти на всю глубину снежной толщи. Это позволяет суммировать все загрязнения. Все 15 проб складывают в один целлофановый пакет, ёмкость. Отбирать снег лучше стаканом, ложкой, стараясь не касаться руками (предварительно вымытыми) снега и внутренней поверхности пакета. Собранный снег хранить в холодильнике, на балконе, за окном. Пробы целесообразно отбирать около заводов, у дорог, в парках, скверах, в жилых массивах города.

#### **Ход анализа:**

Перед анализом снег растопить и довести до комнатной температуры (20 С). После этого в воду опустить индикаторную бумажку на некоторое время и сравнить цвет с цветной шкалой, определить значение pH. Данные записать, отметить место отбора пробы, время отбора.

Пронаблюдать за состоянием деревьев в районе, где вы живёте, близ заводов, у дорог. Если у деревьев начинают уродливо расти ветви, а корни высыхают, это является признаком отравления сернистым газом в сочетании с озоном.

Спрогнозируйте все последствия загрязнения экосистем сернистым газом.

Оформите свои наблюдения, сделайте выводы.

#### Форма отчетности:

Формой отчетности по лабораторной работе является Отчет, который должен содержать цель работы, оборудование и материалы, порядок выполнения, расчеты, результаты, выводы.

#### Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.
3. [Боголюбов, С. А.](#) Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 398 с.

#### Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.
- [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
2. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.

3. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
4. [Варданян, М. А.](#) Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : практикум / М. А. Варданян. - Братск : БрГУ, 2016. - 146 с.
5. [Константинов, В. М.](#) Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что из себя представляют кислотные дожди?
2. Загрязнение атмосферы соединениями серы.
3. Загрязнение атмосферы соединениями азота.

#### **Лабораторная работа №3 Изучение Федеральных законов «Об охране окружающей среды», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».**

Цель работы: изучить правовые вопросы экологической безопасности.

#### Порядок выполнения:

Задание 1: Познакомиться с ФЗ «Об охране окружающей среды», заполнить таблицы 1 и 2

Таблица 1

Принципы природоохранной политики	Главы и статьи ФЗ «Об охране окружающей среды»
1. Приоритет охраны жизни и здоровья человека, обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха человека.	
2. Научно обоснованное сочетание экономических и экологических интересов общества, обеспечивающих реальные гарантии прав человека на здоровую и благоприятную для жизни окружающую природную среду.	
3. Рациональное использование природных ресурсов.	
4. Соблюдение требований природоохранного законодательства в совокупности неотвратимости наказания за экологические нарушения.	
5. Гласность в работе органов, занимающихся вопросами экологии, тесная связь с общественностью и населением в решении природоохранных задач.	
6. Международное сотрудничество в сфере охраны окружающей среды.	

Таблица 2

Права граждан в области охраны окружающей среды	Обязанности граждан в области охраны окружающей среды
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4....

Задание 2: Познакомиться с ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и ответить на вопросы.

а. Какие санитарно-эпидемиологические требования предъявляются:

(Для ответа на вопросы используйте материалы Глава III)

1. к продукции производственно-технического назначения, товарам для бытовых нужд и технологиям их производства;
  2. к потенциально опасным для человека веществам;
  3. к пищевым продуктам, пищевым добавкам, продовольственному сырью, контактирующим с ними материалам;
  4. к продуктам, ввозимым на территорию РФ;
  5. к организации питания населения;
  6. к литьевой воде;
  7. к атмосферному воздуху;
  8. к эксплуатации производственных помещений;
  9. к условиям труда;
  10. к условиям работы с источниками физических факторов воздействия на человека
- б. Какие виды ответственности за нарушения санитарного законодательства предусматриваются законом.
- в. Каков порядок наложения штрафа за санитарные правонарушения.
- г. Кто возмещает вред личности или имуществу граждан в результате нарушения санитарного законодательства.

Задание 3: Решите следующие экологические ситуации:

#### *Ситуация 1*

Охраной городского дендрологического парка был задержан гражданин К., который выкопал в питомнике парка несколько деревьев редких пород. К. объяснил, что деревья он хотел пересадить на свой дачный участок и что он не смог приобрести саженцы деревьев таких пород в питомниках города.

Как следует квалифицировать действия гражданина К.? Какая мера наказания должна быть применена к гражданину К.?

#### *Ситуация 2*

Российский танкер «Брянский рабочий» в канадском порту Картье допустил разлив 100 литров нефти. Капитан танкера незамедлительно сообщил об этом администрации порта и стал проводить ликвидацию разлива. Однако канадские береговые власти предприняли акцию по захвату судна и отбуксировали его в другое место.

Правомерны ли действия администрации порта?

#### *Ситуация 3*

В 1975 году Франция предприняла попытку вывода на околоземную орбиту своего искусственного спутника Земли. Запуск осуществлялся с помощью американской ракеты-носителя с американского космодрома на мысе Канавералл (штат Флорида). На начальной стадии запуска были выявлены серьезные технические неполадки, из-за чего ракета-носитель и спутник были уничтожены по команде с Земли. Обломки упали на территорию одной из стран Латинской Америки и стали причиной разрушения промышленного объекта, в результате чего произошло загрязнение окружающей среды вредными химическими веществами, а также возникли лесные пожары в радиусе 50 км. Пострадавшая страна подала иск в Международный арбитражный суд с требованием возмещения причиненного ей материального ущерба вследствие падения обломков спутника и ракеты-носителя.

Какое решение должен принять суд?

#### *Ситуация 4*

По решению городской мэрии на окраине города был выделен земельный участок для строительства нового зоопарка. Население микрорайона было категорически против такого строительства и добилось проведения научной экспертизы. Выводы этой экспертизы относительно допустимости строительства зоопарка на отведенном земельном участке оказались отрицательными.

Несмотря на это, строительство объекта началось. Городское общество охраны природы по просьбе местного населения предъявило в арбитражный суд иск, в котором, опираясь на заключение научной экологической экспертизы, просило отменить решение мэрии о строительстве зоопарка.

Какое решение должен принять суд?

*Ситуация 5*

Дорожно-строительное управление (ДРСУ) государственного предприятия “Нижегородавтодор” в течение ряда лет загрязняло водные источники, водопроводные коммуникации и рельеф местности неочищенными и необезвреженными отходами производства. Вредные вещества, просочившиеся через грунт, загрязнили артезианскую скважину — источник водоснабжения близлежащего садоводческого товарищества «Юбилейное». В результате погибли плодово-ягодные насаждения, нанесен ущерб водопроводным коммуникациям. Прокурор поставил вопрос о привлечении виновных должностных лиц к уголовной ответственности и предъявил иск о взыскании 53 млн. руб. за ущерб, причиненный имуществу садоводов.

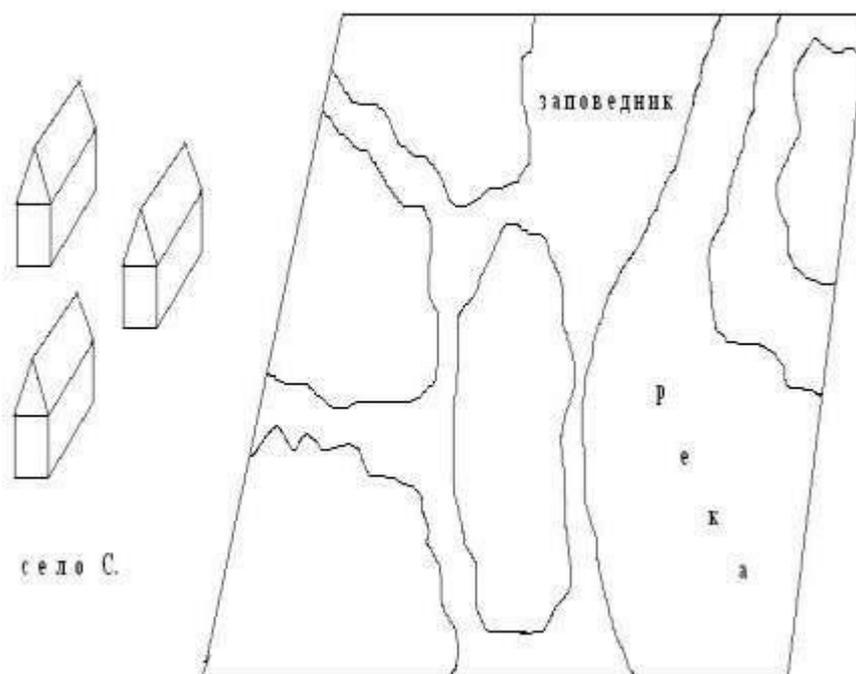
Определите меру наказания за экологическое преступление.

*Ситуация 6*

Российский танкер “Брянский рабочий” в канадском порту Картье допустил разлив 100 литров нефти. Капитан танкера незамедлительно сообщил об этом администрации порта и стал проводить ликвидацию разлива. Однако канадские береговые власти предприняли акцию по захвату судна и отбуксировали его в другое место. Правомерны ли действия администрации порта?

*Ситуация 7* Группа жителей небольшого села С. просит разъяснить, можно ли косить сено для домашнего скота в расположенном рядом государственном заповеднике.

СХЕМА



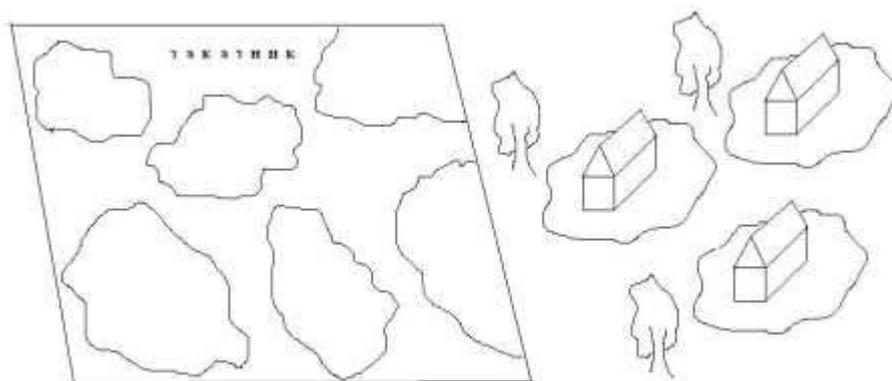
Необходимо разъяснить:

1. Что такое заповедник.
2. Цель его создания.
3. Какая деятельность запрещена.
4. Какая деятельность разрешена и в каких случаях.

*Ситуация 8*

Группа жителей дачного посёлка N спрашивает, можно ли собирать грибы и ягоды в расположенном недалеко заказнике.

СХЕМА



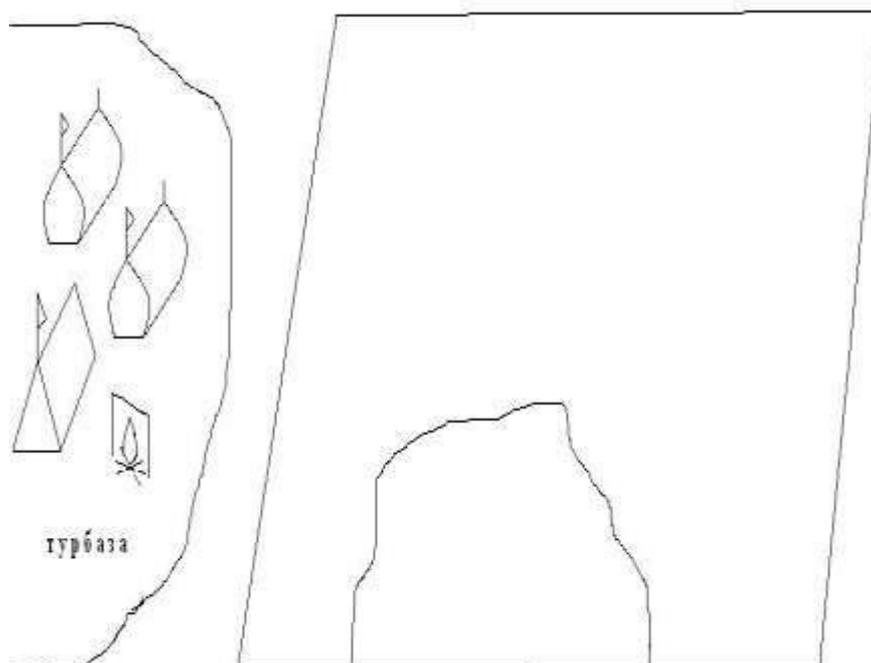
Необходимо объяснить:

1. Что такое заказник.
2. Что и в какое время на его территории разрешено и что запрещено.

### Ситуация 9

Предприниматель, которые занимается туристическим бизнесом, просит разъяснить может ли он со своей частной туристической базы проложить несколько маршрутов через расположенный рядом национальный парк.

#### СХЕМА



Необходимо разъяснить:

1. Что такое национальный парк и цель его создания.
2. Его критерии (размеры) и задача.
3. Какая деятельность разрешено (запрещена).

### Ситуация 10

Бизнесмен, просит разрешить построить ресторан с рядом находящимся памятником природы.

Необходимо разъяснить:

1. Что такое памятник природы и цель его создания.
2. С какой целью их охраняют.

### 3. Что разрешено и что нежелательно.

#### Ситуация 11

Группа горожан просит разрешить организовать палаточный лагерь на берегу реки по рекреационной территории.

Необходимо объяснить:

1. Что такое рекреационная территория, цель создания.
2. Правила нахождения на ней.

#### Форма отчетности:

Формой отчетности по лабораторной работе является Отчет, который должен содержать цель работы, оборудование и материалы, порядок выполнения, расчеты, результаты, выводы.

#### Основная литература

1. Федеральные законы «Об охране окружающей среды», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; материалы Международной конвенции по обеспечению готовности на случай загрязнения нефтью; Рио-де-жанейрская декларация по защите окружающей среды и развитию, конвенция о биологическом разнообразии.

2. [Боголюбов, С. А.](#) Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. -398 с.

#### Дополнительная литература:

1. [Протасов, В. Ф.](#) Экология, охрана природы. Законы, кодексы, платежи, показатели, нормативы, ГОСТы, Экологическая доктрина, Киотский протокол, термины и понятия, экологическое право : учеб. пособие для вузов / В. Ф. Протасов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Финансы и статистика, 2006.

2. Основы экономики природопользования : учеб. пособие для вузов / Под ред. В. Н. Холиной. - Санкт-Петербург : Питер, 2005. - 672 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Основные положения ФЗ «Об охране окружающей среды»
2. Основные положения ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»

### **Практическая работа №1 Экологические факторы среды и закономерности их действия на живые организмы. Аутэкология**

Цель работы: изучить экологические факторы среды и закономерности их действия на живые организмы.

#### Порядок выполнения:

Экологические факторы – отдельные элементы или условия среды, на которые организмы реагируют приспособительными реакциями. Различают абиотические, биотические и антропогенные факторы.

Экологические факторы чрезвычайно разнообразны, и каждый вид, испытывая их влияние, отвечает на него по-разному. Тем не менее, есть некоторые общие законы, которым подчиняются ответные реакции организмов на любой фактор среды.

Главный из них – закон оптимума, который выражается в том, что любой экологический фактор имеет определенные пределы положительного влияния на живые организмы. На графике он выражается симметричной кривой, показывающей, как изменяется жизнедеятельность вида при постепенном увеличении меры фактора.

Для понимания связи видов со средой не менее важен закон лимитирующего фактора. Он гласит, что наиболее значим тот фактор, который больше всего отклоняется от оптимальных для организма значений. Именно от него и зависит в данный конкретный период выживание особей.

При решении задач по аутоэкологии (экологии особей) необходимо знать следующие правила, принципы и понятия:

*правило минимума (Ю. Либиха)* - главным ограничителем жизнедеятельности организма является наиболее дефицитный ресурс;

*правило оптимума (В. Шелфорда)* - для жизнедеятельности организма одинаково неблагоприятны как недостаточная, так и избыточная доза экологического фактора;

*понятие толерантности* - диапазон переносимых организмом значений определенного фактора (от предельно низкого до предельно высокого) есть его зона толерантности (выносливости) в отношении данного экологического параметра;

*понятие экологической ниши (Дж. Хатчинсона)* - экологическая ниша вида отражает зоны толерантности по всему комплексу экологических факторов (условий и ресурсов), к которым организм адаптирован в условиях данной экосистемы.

#### Пример решения задач

**Задача.** Бабочка яблоневая плодожорка – опасный вредитель садов. Используя данные по выживаемости её куколок при различных значениях температуры и влажности воздуха, полученные в лабораторных условиях, постройте в координатном пространстве (ось *X* – температура, ось *Y* – влажность) фигуры, отражающие пределы выносливости и оптимальные значения этих двух климатических параметров для куколок плодожорки.

*Исходные данные для построения графика.*

Гибель куколок плодожорки наблюдается в 100% случаев при следующих соотношениях температуры и влажности:

Температура, °С	+10	+4	+15	+28	+36	+37
Влажность, %	100	80	40	15	55	100

Минимальная смертность (менее 10% численности) наблюдается при следующих соотношениях температуры и влажности:

Температура, °С	+20	+22	+27	+26	+22	+30
Влажность, %	85	95	55	55	70	80

Ответьте на вопрос: насколько велика опасность вспышки численности яблоневой плодожорки в районе, где летние температуры составляют 18-25°, а влажность воздуха - 70-90%? а в районах с температурой 20-35° и влажностью 20-35%?

*Решение:*

1. Построим диаграммы в соответствии с указаниями и условиями задачи:

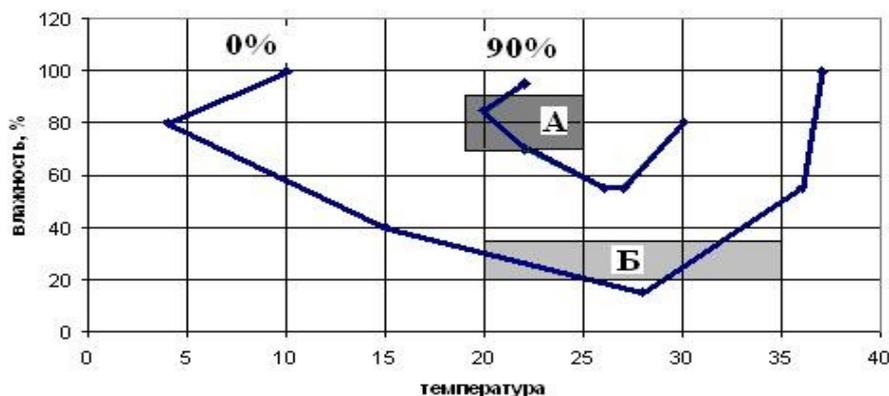


Рис.1. Диаграмма выносливости для куколок плодожорки

2. Отметим две климатические зоны, в которых требуется определить вероятность возникновения вспышки численности яблоневой плодожорки – А и Б.

3. Проанализировав расположение этих зон в пространстве двумерной экологической ниши яблоневой плодожорки, делаем вывод, что в зоне Б выживаемость куколок крайне мала, что делает вероятность вспышки численности низкой. А вот в зоне А выживаемость куколок весьма высока и вспышки численности более чем вероятны.

Ответ: опасность вспышки численности яблоневой плодовой жорки в районе, где летние температуры составляют 18-25°, а влажность воздуха - 70-90%, весьма велика.11

*Задачи для самостоятельного решения*

1. На расположенном ниже рисунке в координатном пространстве двух осей (ось  $X$  – температура в диапазоне от 0 до 40°C, ось  $Y$  – влажность в диапазоне от 20 до 100%) построены округлые или оваловые фигуры, являющиеся графическими моделями экологических ниш четырех видов (1, 2, 3, 4).

Ответьте на вопросы:

- 1) Какие виды не могут обитать на одной территории и почему?
- 2) Какой фактор в большей степени лимитирует распространение вида 3 – температура или влажность?
- 3) Какой из видов будет лучше других переносить диапазон условий, обозначенный на рисунке белым квадратом?
- 4) Какие виды являются эвритермными, а какие – stenотермными?

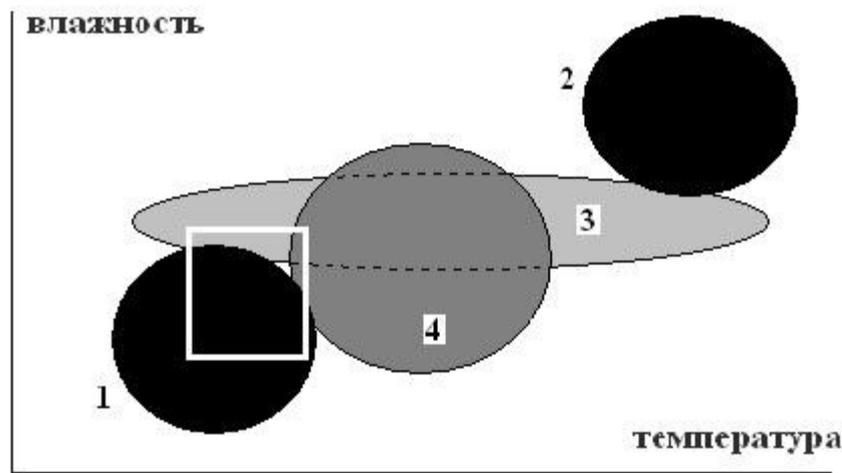


Рис.2. Экологические ниши видов

2. Вредитель пищевых запасов – мучной клещик – может приносить колоссальный ущерб на зернохранилищах, приводя зерно в состояние полной непригодности для производства муки. Оптимальной для жизнедеятельности клещика является температура +20- 22°C, а температура ниже +5-7°C и выше +45°C для него губительна. При влажности зерна 10-12% он погибает от повышенной сухости, а при влажности зерна 70% и выше – из-за развития плесневых грибов. Оптимум влажности воздуха составляет 50-60%.

В координатном пространстве основных микроклиматических параметров (ось  $X$  – влажность, ось  $Y$  – температура) изобразите двухмерную экологическую нишу клещика. Предложите безопасный способ защиты зерна от этих вредителей пищевых запасов без использования пестицидов.

3. Внимательно рассмотрите расположенный ниже график зависимости выживаемости куколок яблоневой плодовой жорки от двух факторов – температуры влажности и ответьте на вопросы:

- 1) Какой из факторов для выживаемости куколок яблоневой плодовой жорки является лимитирующим (ограничивающим) при их сочетаниях, соответствующих точкам 1, 2 и 3?
- 2) Какой диапазон температуры и влажности являются для вида оптимальными?
- 3) Охарактеризуйте пределы выносливости вида по температуре и влажности.

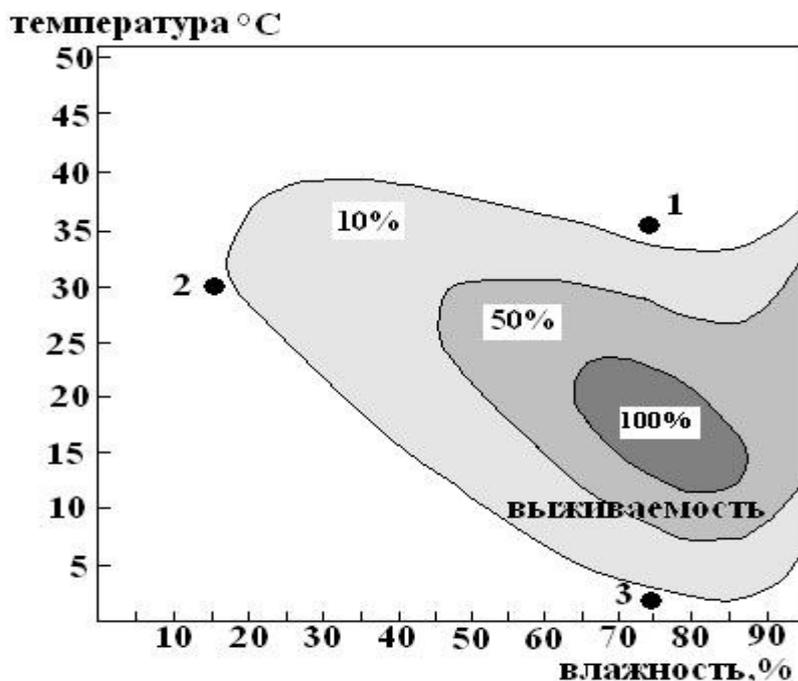


Рис.3. Зависимость выживаемости куколок яблоневой плодовой жоржки от температуры и влажности

#### Задание 4

1. Определите, какой фактор будет ограничивающим в точке с координатами:
  - а) влажность – 20 %, температура – 25°C; б) влажность – 80 %, температура – 20 °C; в) влажность – 80 %, температура – 40 °C.
2. Назовите диапазон оптимальной для вида температуры и влажности.
3. Назовите пределы выносливости вида по температуре и по влажности.
4. Используя рисунок, подумайте и запишите, в каком из районов опасность размножения яблоневой плодовой жоржки выше: в районе со средними летними температурами от 20 до 25°C и относительной влажностью 70 – 90 % или в районе со средними летними температурами от 30 до 35 °C и влажностью 30 – 40 %.

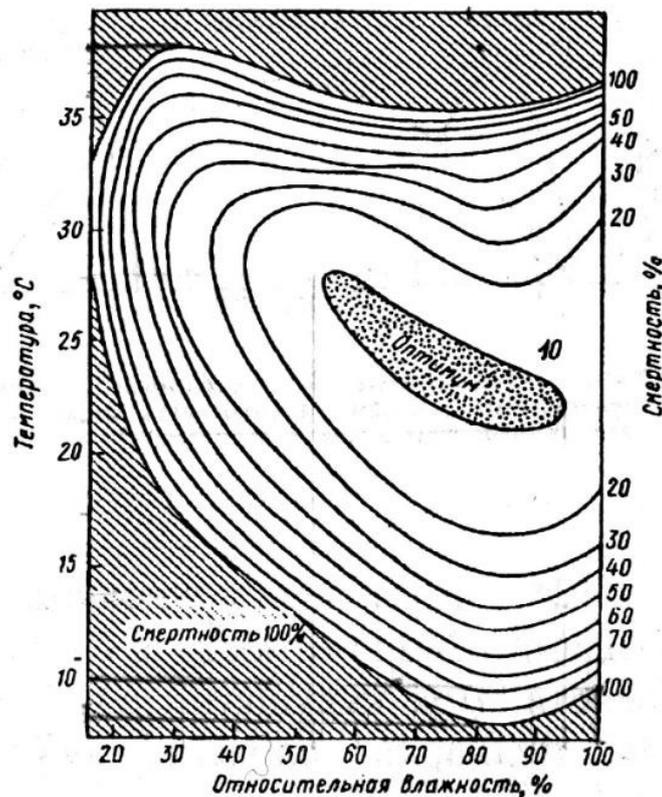
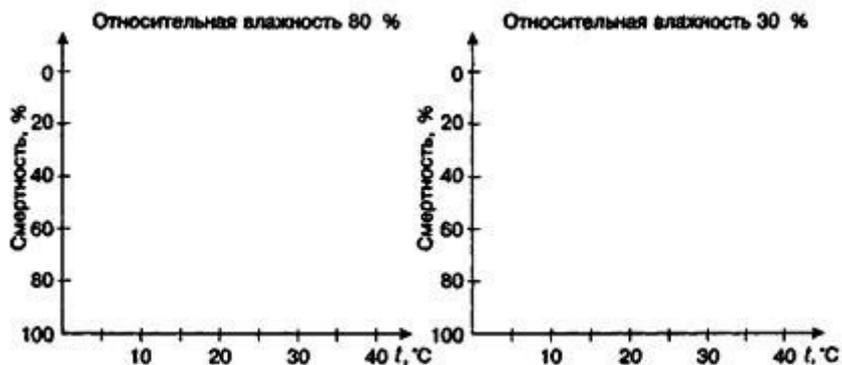


Рис. 4 График зависимости смертности куколок яблоневой плодовой мушки от влажности и температуры

5. Используя рисунок, постройте два графика зависимости смертности куколок яблоневой плодовой мушки от действия температуры при относительной влажности 80 и 30 %. Объясните, почему эти графики отличаются друг от друга.



6. Объясните, почему все графики зависимости численности (или смертности) от фактора среды будут иметь вид колоколообразной кривой.

Форма отчетности:

Формой отчетности по практической работе является Отчет, который должен содержать цель работы, расчеты, результаты, выводы.

Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.

Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.

- [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
2. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.
3. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
4. [Константинов, В. М.](#) Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.
5. [Еремченко, О. З.](#) Учение о биосфере : учеб. пособие для вузов / О. З. Еремченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2006. - 240 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Экологические факторы среды и их взаимодействие.
2. Дайте определение следующим понятиям: комменсализм, аменсализм, конкуренция, симбиоз, паразитизм, нейтраллизм.
3. Зона оптимума, зоны пессимума, предел выносливости вида (зона экологической валентности, зона толерантности).
4. Закон лимитирующих факторов (правило минимумов Либиха), лимитирующие факторы среды.
5. Чем отличаются биотические факторы от абиотических: по вызывающим их причинам, силе воздействия или избирательности действия на организм?
6. Чем отличается закон толерантности от закона минимума?
7. В чём общность этих законов?
8. Солнечное излучение может выступать как экологический фактор, а может – как ресурс. Сформулируйте на этом примере отличие экологического фактора от ресурса среды.
9. Почему леса называют «лёгкими планеты» и «природной аптекой»?

#### **Практическая работа №2 Экологическая роль почв. Почва – главный ресурс агросистем.**

Цель работы: изучить экологические факторы, воздействующие на качество почвенного покрова.

#### Порядок выполнения:

Почва – основной источник плодородия. Площадь почвенных ресурсов составляет 129 млн км<sup>2</sup>, или 86,5 % площади суши. Однако каждый год на Земле теряется около 0,7 % потенциальной пашни. На  $\frac{1}{3}$  пахотных территорий планеты почвы разрушаются быстрее, чем восстанавливаются, ведь для восстановления всего 1 см слоя почвы требуется 250–300 лет. В реки, озера, океаны смывается ежегодно столько почвы, что если бы ею загрузить вагоны товарного поезда, то он опоясал бы земной шар 150 раз.

Цель работы: углубление знаний о почве как плодородном слое Земли, ее экологической роли, выявление результатов антропогенного воздействия на почвы.

Почва – это рыхлый поверхностный слой земной коры, образовавшийся в результате совместного действия на горные породы воды, воздуха и различных организмов (живых или мертвых). Почва отличается от других похожих на нее глинистых и песчаных образований тем, что обладает плодородием.

Почва состоит из хорошо выраженных слоев, называемых почвенными горизонтами. Верхний, гумусовый горизонт *A* населен растениями, животными, микроорганизмами (живыми и мертвыми). Мертвые органические остатки подвергаются гумификации – благодаря микроорганизмам (бактериям, грибам, простейшим) превращаются в высокомолекулярные гуминовые соединения – мелкодисперсный органический материал. Подслои горизонта *A*: *A*<sub>0</sub> – подстилка, *A*<sub>1</sub> – собственно гумусовый, *A*<sub>2</sub> – выщелоченная

светлоокрашенная почва. В следующем горизонте **B** содержатся, в основном, минеральные вещества, а органические переработаны редуцентами и перемешаны с мелкозернистой материнской породой. Материнская порода образует горизонт **C**. Почвенный профиль – последовательность почвенных горизонтов. Параметры горизонтов и профиля варьируются в зависимости от многих факторов

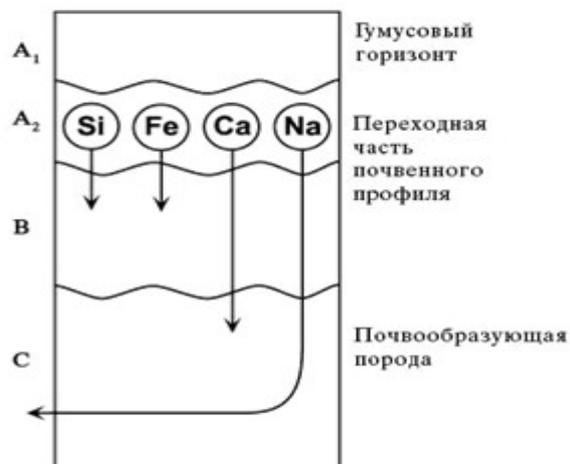


Рис. 1. Почвенный профиль автоморфных почв: *A* – перегнойно-аккумулятивный горизонт (*A*<sub>1</sub> – минеральный гумусово-аккумулятивный, *A*<sub>2</sub> – элювиальный), *B* – горизонт вымывания (иллювиальный), *C* – материнская порода

Экологическая чистая почва густо населена живыми организмами – микробами, насекомыми, червями, грызунами-землероями и т. д. В средней полосе России на 1 га поверхности почвы приходится 12,5–2000 млн разных беспозвоночных животных, а в 1 г почвы живет до 10 млрд микроорганизмов.

Почва состоит из частиц различной величины и химической природы, которые называются «механическими элементами». Различают три типа механических элементов:

– **минеральные** (песок, глина, мрамор, гранит и т. д., образуются за счет выветривания горных пород и их разрыхления водой и льдом);

– **органические** – это гумус и негуминовая часть. Гумус – комплекс темно-окрашенных высоко-молекулярных органических соединений почвы, содержащий гуминовые кислоты и фульвокислоты. Образуется при разложении и гумификации органических остатков растений, животных и микроорганизмов. Количество его невелико, обычно на штык лопаты. Гумус служит источником азота, фосфора, серы, микроэлементов для растений, повышает фильтруемость, обменную емкость, водо- и воздухопроницаемость;

– **органоминеральные** – смесь механических элементов.

Окраска почвы – доступный для наблюдения морфологический признак, широко используемый в почвоведении для присвоения почвам названий (чернозем, краснозем, желтозем, серозем и т. д.). Цвет почвы зависит от ее химического состава, условий почвообразования, влажности. Для окраски почв наиболее важны три группы веществ. Гумусовые вещества придают почве черную, темно-серую и серую окраску; соединения железа (III) – красную, оранжевую, желтую; соединения железа (II) – сизую и голубоватую. Кремнезем, карбонат кальция, каолинит, гипс и другие легкорастворимые соли – белую и белесую окраску. При разном сочетании этих групп веществ получается большое разнообразие почвенных цветов и оттенков (например, серо-бурая, красновато-коричневая и т. д.).

#### **Важность охраны почвенного покрова**

Охрана почв от загрязнений – важнейшая задача, так как любые вредные соединения, находящиеся в почве, рано или поздно попадают в организм человека.

Во-первых, происходит постоянное вымывание загрязнений в открытые водоёмы и грунтовые воды, которые могут использоваться человеком для питья и других нужд.

Во-вторых, эти загрязнения из почвенной влаги, грунтовых вод и открытых водоёмов попадают в организмы животных и растений, употребляющих эту воду, а затем по пищевым цепочкам попадают в организм человека.

В-третьих, многие вредные для человеческого организма соединения имеют способность накапливаться в тканях и, прежде всего, в костях.

По некоторым оценкам, в биосферу поступает ежегодно около 20–30 млрд т твёрдых отходов, из них 50–60 % органических соединений, а в виде кислотных агентов газового или аэрозольного характера – около 1 млрд т.

Задание 1. Определите понятия «почва, биогеохимические циклы, гумус, гумификация, почвенный горизонт, земельные ресурсы, эрозия почвы (ветровая, водная, механическая, строительная), плодородие, агроэкосистема, земледелие, опустынивание, деградация почвы, удобрение, пестицид, микроорганизмы, сельскохозяйственное загрязнение, зеленые революции (первая, вторая)», используя доступные информационные ресурсы.

Задание 2. Почему В.И. Вернадский назвал почву биокосным веществом? Можно ли сказать, что почва является также и биогенным веществом? Ответ обоснуйте.

Задание 3. Охарактеризуйте роль в процессе почвообразования следующих факторов : 1) климат (температура, ветер, количество влаги); 2) рельеф , 3) обилие органических остатков, 4) разнообразие и количество живых организмов, обитающих в почве (эдафобионтов); 5) свойства материнской породы; 6) время; 7) агротехнические мероприятия (вспашка, внесение пестицидов и т. д.).

Задание 4. Рассмотрите рис. 1 и 2 и ответьте, как педосфера (почвенная оболочка) связана с гидросферой, атмосферой, литосферой, биосферой



Рис. 2. Организмы, жизнь которых полностью зависит от эдафических факторов (по Е.А. Криксунову, В.В. Пасечнику)

Задание 5. Сравните понятия (что в них общего, чем различаются и как соотносятся): ЛИТОСФЕРА, ЗЕМЛЯ, ПОЧВА.

Задание 6. В городских парках, на улицах осенью накапливается огромное количество листьев. При их сжигании загрязняется воздух, вывоз автомобилями на загородные свалки требует больших материальных затрат. Можно ли иначе решить проблему уличного смета? Предложите несколько способов, включая такой, когда лиственный опад превращается в гумус.

Задание 7. Проанализируйте совокупность факторов, которые губительны для почвы и ее плодородия: эрозия, выпас скота, вырубка леса, неправильное обращение (применение удобрений и пестицидов, мелиорация).

Задание 8. По Б.Г. Розанову, опустынивание – это процесс необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню. Обоснуйте, почему опустынивание является одной из

глобальных экологических проблем. Для этого рассмотрите его как совокупность исторического, социального, экономического и природного процессов.

Задание 9. Прокомментируйте выражение эколога Ли Талбота «Мы не унаследовали землю у своих родителей. Мы взяли ее в займы у своих детей».

#### Форма отчетности:

Формой отчетности по практической работе является Отчет, который должен содержать цель работы, расчеты, результаты, выводы.

#### Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.

#### Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.
- [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
2. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.
3. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
4. [Константинов, В. М.](#) Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.
5. [Еремченко, О. З.](#) Учение о биосфере : учеб. пособие для вузов / О. З. Еремченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2006. - 240 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Из предложенного списка выпишите те экологические факторы, которые относятся к эдафическим: влажность, освещенность, температура, давление, структура, активная реакция среды (рН), засоленность.

2. Что такое деградация почв и каковы ее причины?

3. Разрушение и снос верхних, наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром или потоками воды, называется...

4. Какие мероприятия, служащие для борьбы с эрозией почв, относятся к:

1) агротехническим;

2) землеустроительным;

3) лесомелиоративным;

4) гидротехническим:

а) организация севооборотов и системы обработки почв;

б) борьба с засолением, заболачиванием;

в) рекультивация нарушенного почвенного покрова;

г) предотвращение необоснованного изъятия земель из сельскохозяйственного оборота;

д) чередование прямолинейных контуров полей с лесными полосами;

е) сооружение террас, водотоков, лотков;

ж) облесение оврагов;

з) бесплужные системы обработки почв (применение культиваторов, плоскорезов и т.п.);

и) устройство валов, каналов, канав.

5. При каком показателе рН почва становится практически бесплодной?

Варианты ответов:

а) рН = 3; б) рН = 5,6; в) рН = 7; г) рН = 8,5.

6. Зимой в гололед дороги посыпают смесью соли с песком. Часть соли позднее впитывается асфальт, попадает на газоны. Снег с дорог убирают и вывозят на специальные полигоны (снегоотвалы). Часть соли оказывается за городом. Предложите альтернативные, экологически чистые, варианты противогололедных мероприятий

7. Утилизация отходов – важнейшая экологическая проблема. При ее решении и сырье можно сэкономить, и площади свалок, занимающих большие территории и являющихся источником загрязнения, уменьшить. Предложите свои варианты утилизации:

а) бумаги и картона;

б) пластмассовых изделий (пластиковых бутылок, негодных авторучек, одноразовой посуды и т.п.);

в ) испорченных продуктов питания (гнилых овощей и фруктов, полуфабрикатов с истекшим сроком годности и т. п.). Приветствуются нестандартные решения.

8. Основоположник научного почвоведения В.В. Докучаев в 1892 г. в книге «Наши степи прежде и теперь» писал: «Огромная часть (во многих местах вся) степи лишилась своего естественного покрова – степной, девственной, обыкновенно очень густой растительности и дерна, задерживавших массу снега и воды, и прикрывавших почву от морозов и ветров, а пашни, уничтожив свойственную чернозему наиболее благоприятную для удерживания почвенной влаги, зернистую структуру, сдела-ли его легким достоянием ветра и смывающей деятельности всевозможных вод. Эти обстоятельства повлекли усиленное испарение степных вод, уменьшение количества почвенной влаги и понижение уровня грунтовых вод, сокращение летнего запаса воды как в реках, так и на степных водоразделах, энергичный, все более усиливающийся смыв черноземов и загромождение речных русел, озер и западин наносами, усиление вредного действия ветров в связи с общей деградацией почвенно-растительного покрова степи . Общим и неизбежным результатом этого явились суровые зимы и знойные сухие ветра на юге России». В какой степени описанные нарушения степных ландшафтов применимы к ситуации в России в начале XXI века?

### **Практическая работа №3 Биосфера и место в ней человечества**

Цель работы: изучить характеристику экосистемы, сформировать знания о структуре биосферы, об эволюции Земли, о роли живого вещества на планете, о непрерывности развития биосферы.

#### Порядок выполнения:

Земля – это космический корабль во Вселенной. Среди планет Солнечной системы она уникальна, так как единственная обладает биосферой – населенной живыми организмами оболочкой, охватывающей часть земной коры, атмосферу и гидросферу. В тонком слое, где встречаются и взаимодействуют вода и воздух, вода и почва, воздух и почва, обитает основная часть живых существ, к ним относимся и мы с вами

Планета Земля к XXI веку стала совершенно иной, чем 10 тыс. лет назад, когда возникли первые очаги земледелия, появилось скотоводство, произошел переход к оседлому образу жизни и началось становление человеческой цивилизации. Человек не просто заселил все пригодное для жизни пространство, но и кардинально изменил его, причем с огромной, по геологическим меркам, скоростью. Построены десятки тысяч больших городов и миллионы деревень, сооружены многочисленные промышленные, горнодобывающие, сельскохозяйственные предприятия, созданы грандиозные транспортные коммуникации.

Все живые существа, в том числе и человечество, зависят от целостности биосферы. Вследствие слишком сильного изменения любой из составляющих биосферу элементов может полностью разрушиться. Возможно, при этом атмосфера, гидросфера и литосфера в каком-то виде сохранятся, но в их взаимоотношениях уже не будут участвовать живые существа. А может быть (например, в случае ядерной катастрофы), на Земле уцелеют

спрятавшиеся под толщами воды какие-то из видов бактерий и грибов (плесеней), и они станут определять новые биогеохимические круговороты...

Угрожает ли человеческая цивилизация биосфере? Задумайтесь над фактами:

- Численность людей на Земле к 2000 г. превысила 6 млрд (а ведь каждому человеку необходимы для жизни ресурсы биосферы).
- Только за последние 10 лет XX столетия площадь лесов в мире сократилась на 94 млн га.
- По данным Всемирного союза охраны природы на 2003 г., 12 тыс. видов различных организмов находятся под угрозой исчезновения.
- К 2015 г. дефицит чистой пресной воды станет таким, что только Бразилия, Канада и Россия окажутся обеспеченными ею в достаточном количестве.

Только глубокие знания о живых и неживых компонентах биосферы, об их взаимодействиях, поддерживающих существование биосферы как единого целого позволят параллельно эволюционировать обществу и природе.

Элементами (функциональными единицами) биосферы являются экосистемы. Экосистема представляет собой совокупность различных видов животных, растений, микроорганизмов, взаимодействующих друг с другом и с окружающей средой таким образом, что может сохраняться неопределенно долгое время. На Земле существуют разные ландшафты, каждый из которых характеризуется особым растительным сообществом, т. е. фитоценозом (группировкой определённых видов растений). С каждым растительным сообществом связаны также определённые виды животных (зооценоз) и микробов (микробиоценоз). При этом мелких организмов всегда значительно больше, чем крупных. Суммарный вес всех живых организмов экосистемы составляет её биомассу. Наиболее крупные наземные экосистемы (тундра, тайга, лесостепь, степь и др.) называются биомами.

Люди вместе со своими культурными растениями и домашними животными также образуют группировки организмов, взаимодействующих между собой и со средой. Это тоже экосистемы, но искусственные: агроэкосистемы, урбоэкосистемы.

### **Современная биосфера**

К современной биосфере относится вся совокупность живых организмов и все вещества литосферы, гидросферы и атмосферы, управляемые живыми организмами через осуществляемые ими продуцирование, потребление трансформацию. Такое понимание совпадает с понятием «экосфера» – планетарная совокупность современных экосистем. Автор термина Л. Кол определил его как «совокупность всего живого на Земле, включая его окружение и ресурсы». Значит ли это, что экосфера охватывает человека вместе со сферой его хозяйственной деятельности? Именно человечество (в особенности – продукты его производства и потребления, отходы) все более существенно влияют на биогеохимический круговорот веществ: в биосферу попадают ксенобиотики (чуждые природе вещества), которые никогда раньше там не встречались, т. к. были захоронены (депонированы).

Экосистема – это любая совокупность взаимодействующих живых организмов и условий среды.

Экосистемы состоят из живого и неживого компонентов, называемых соответственно биотическим и абиотическим. Биотический компонент по типу питания подразделяют на автотрофные и гетеротрофные организмы.

Автотрофы синтезируют необходимые им органические вещества из неорганических. По источнику энергии для синтеза они разделяются на два типа: фотоавтотрофы и хемоавтотрофы.

Фотоавтотрофы для синтеза органических веществ используют солнечную энергию. Это зеленые растения, имеющие хлорофилл (и другие пигменты) и усваивающие солнечный свет. Процесс, при котором происходит его усвоение, называется фотосинтезом.

Хемоавтотрофы для синтеза органических веществ используют химическую энергию. Это серобактерии и железобактерии, получающие энергию при окислении соединений железа и серы.

Гетеротрофы используют органические вещества, которые синтезированы автотрофами, и вместе с этими веществами получают энергию. Гетеротрофы, таким

образом, зависят в своем существовании от автотрофов и понимание этой зависимости необходимо для понимания экосистем.

Гетеротрофами являются хищники, паразиты. К гетеротрофным организмам относится также группа сапрофитов, которые используют для питания органические соединения мертвых тел или выделения животных. Участвуя в минерализации органических соединений, сапрофиты составляют важное звено в биологическом круговороте. Сапрофитами являются грибы, бактерии, среди животных – некоторые насекомые (жуки-навозники), дождевые черви, некоторые млекопитающие (гиены) и птицы (грифы).

Неживой, или абиотический, компонент экосистемы в основном включает, во-первых, почву или воду, во-вторых, климат.

#### Пищевые цепи и трофические уровни

Внутри экосистемы содержащие энергию органические вещества создаются автотрофными организмами и служат пищей (источником вещества и энергии) для гетеротрофов. Типичный пример: животное поедает растение. Это животное, в свою очередь, может быть съедено другим животным, и таким путем может происходить перенос энергии через ряд организмов – каждый последующий питается предыдущим, поставляя ему сырье и энергию. Такая последовательность называется пищевой цепью, а каждое ее звено – трофическим уровнем.

При каждом очередном переносе большая часть (80 – 90 %) потенциальной энергии теряется, переходя в тепло (правило 10 %). Поэтому, чем короче пищевая цепь, тем большее количество энергии доступно для популяции. С потерями энергии при переносе связано ограничение количества звеньев в трофической цепи, которое обычно не превышает 4 – 5, так как чем длиннее пищевая цепь, тем меньше продукция ее последнего звена по отношению к продукции начального.

Первый трофический уровень занимают продуценты, являющиеся автотрофами, – это в основном зеленые растения. Сине-зеленые водоросли и немногочисленные виды бактерий тоже фотосинтезируют, но их вклад относительно невелик. Фотосинтетика превращают солнечную энергию в химическую, заключенную в органических молекулах, из которых построены их ткани.

Организмы второго трофического уровня называются первичными консументами, третьего – вторичными консументами. Все консументы относятся к гетеротрофам.

Первичные консументы питаются продуцентами, т.е. это травоядные животные. На суше типичными травоядными являются многие насекомые, рептилии, птицы и млекопитающие. В водных экосистемах травоядные формы представлены обычно моллюсками и мелкими ракообразными. К первичным консументам относятся также паразиты растений (грибы, растения и животные).

Вторичные консументы питаются травоядными, таким образом, это уже плотоядные животные, так же как и третичные консументы, поедающие консументы второго порядка. Консументы второго и третьего порядка могут быть хищниками, могут питаться падалью или быть паразитами.

Существует два главных типа пищевых цепей – пастбищные и детритные. В пастбищных пищевых цепях первый трофический уровень занимают зеленые растения, второй – пастбищные животные, третий – хищники.

Тела погибших животных и растений (детрит) еще содержат энергию, так же как и прижизненные выделения, например моча и фекалии. Эти органические материалы разлагаются редуцентами. Таким образом, детритная пищевая цепь начинается с отмерших органических остатков (детрита) и идет далее к организмам ими питающимся (редуцентам). Например, мертвое животное → личинка падальных мух → травяная лягушка.

Реальные пищевые связи в экосистеме намного сложнее, так как животные могут питаться организмами разных типов из одной и той же или разных пищевых цепей. Поэтому пищевые цепи не изолированы друг от друга, они тесно переплетаются и образуют пищевые сети.

#### Экологические пирамиды

Экологические пирамиды выражают трофическую структуру экосистемы в геометрической форме. Они строятся суперпозицией прямоугольников одинаковой ширины, но длина прямоугольников должна быть пропорциональна значению измеряемого параметра. Таким образом, можно получить пирамиды чисел, биомассы и энергии.

Эти пирамиды отражают две фундаментальные характеристики любого биоценоза, когда они показывают его трофическую структуру:

- их высота пропорциональна длине рассматриваемой пищевой цепи, т.е. числу содержащихся в ней трофических уровней;
- их форма более или менее отражает эффективность превращения энергии при переходе с одного уровня на другой.

Пирамиды чисел представляют собой наиболее простое приближение к изучению трофической структуры экосистемы. Установлено основное правило, согласно которому в любой среде при переходе с одного трофического уровня на другой численность особей уменьшается, а их размер увеличивается.

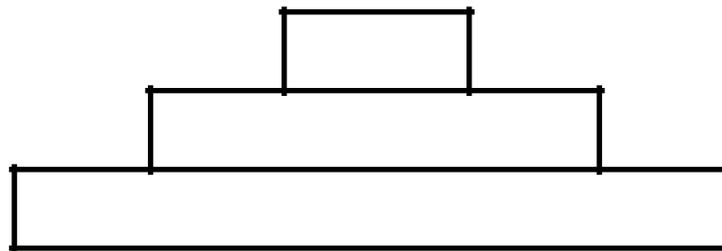
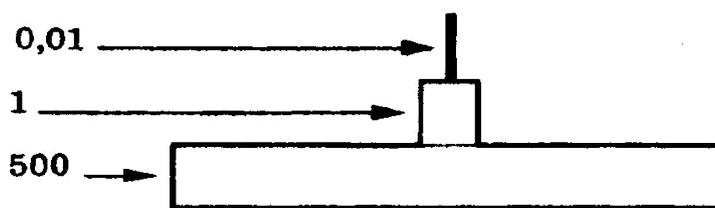


Рис.1 . Экологическая пирамида чисел

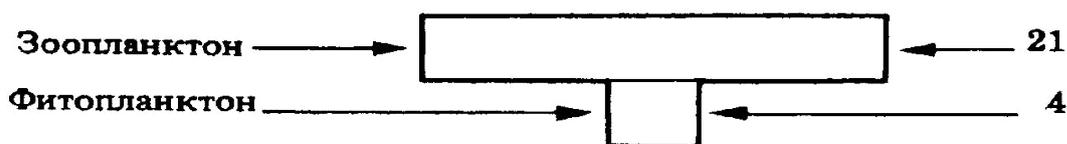
Однако в построении различных пирамид чисел наблюдается большое разнообразие: иногда они могут быть перевернутыми . Так, в лесу насчитывается значительно меньше деревьев (первичные продуценты), чем насекомых. Такая же картина наблюдается и в пищевых цепях паразитов.

Пирамида чисел отнюдь не идеально отражает трофические связи в сообществе, так как она совершенно не учитывает ни размеры, ни массу индивида.

Пирамида биомассы более полно отражает пищевые взаимоотношения в экосистеме, так как она показывает биомассу (сухая масса) в данный момент на каждом уровне пищевой цепи (рис. ).



**А . Зброшенное поле (Джорджия, США)**



**Б . Ла-Манш**

Рис.2 . Пирамиды биомассы. Тип А наиболее распространен

Тип Б относится к перевернутым пирамидам.

Цифры означают продукцию, выраженную в  $г/м^2$ .

Важно понимать, что величина биомассы не содержит никакой информации о скорости ее образования или потребления.

Продуцентам небольших размеров, таким, как водоросли, свойственна высокая скорость размножения, которая уравнивается интенсивным потреблением их в пищу другими видами и естественной гибелью. Таким образом, хотя биомасса их может быть малой по сравнению с крупными продуцентами (деревья), продуктивность при этом может быть не меньше, так как деревья накапливают биомассу в течение длительного времени. Одно из возможных следствий этого – перевернутая пирамида биомассы, показанная на рис.2, описывающая сообщество Ла-Манша. Зоопланктон обладает большей биомассой, чем фитопланктон, которым он питается.

Подобных неудобств можно избежать, применяя пирамиды энергии. Пирамиды энергии наиболее фундаментальным способом отражают связи между организмами на различных трофических уровнях. Каждая ступенька пирамиды энергии отражает количество энергии (на единицу площади или объема), прошедшей через определенный трофический уровень за определенный период (рис.3 ).

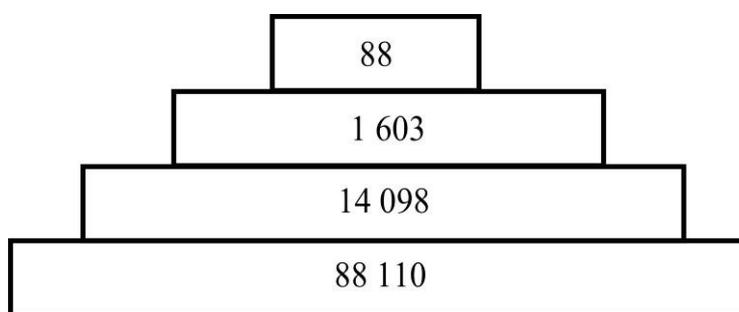


Рис. 3. Пирамида энергии. Цифрами обозначено количество энергии на каждом трофическом уровне в  $кДж/м^2$  год

Пирамиды энергии позволяют сравнивать не только различные экосистемы, но и относительную значимость популяций внутри одной экосистемы, не получая при этом перевернутых пирамид.

#### Продуктивность экосистемы

Любая экосистема характеризуется определенной биомассой. Под биомассой подразумевают общую массу всего живого вещества, растительного и животного, имеющегося в данный конкретный момент в экосистеме или какой-либо ее части. Биомасса обычно выражается в единицах массы в пересчете на сухое вещество или энергии, заключенной в данной массе (Дж, кал). Биомасса, накопленная за определенный промежуток времени (обычно за год) называется биологической продуктивностью. Другими словами, продуктивность – это скорость накопления органического вещества.

Продуктивность экосистемы разделяют на первичную и вторичную. Первичная продуктивность, или первичная продукция, – это скорость накопления органического вещества автотрофными организмами.

Первичная продуктивность подразделяется, в свою очередь, на валовую и чистую. Валовая первичная продукция – это общая масса органического вещества, синтезированного продуцентами за определенный период времени.

Часть синтезированного органического вещества растения или другие продуценты используют для поддержания собственной жизнедеятельности, т.е. расходуют в процессе дыхания. Если из валовой первичной продукции вычесть органическое вещество, израсходованное на дыхание продуцентов, то получим чистую первичную продукцию. Она доступна гетеротрофам (консументам и редуцентам), кото-рые, поедая органическое вещество синтезированное автотрофами, создают вторичную продукцию.

Поскольку консументы лишь используют ранее созданные органические вещества вторичную продукцию на валовую и чистую не разделяют.

Чистая продуктивность сообщества подразумевает скорость накопления органического вещества в экосистеме, т.е. если из чистой первичной продукции вычесть затраты на дыхание гетеротрофов, мы получим продуктивность сообщества. Продуктивность экосистемы – это важная характеристика сообщества, она является показателем его стабильности. В сообществах в стационарном состоянии вся валовая первичная продукция обычно расходуется на дыхание автотрофов и гетеротрофов так, что к концу годового цикла чистая продуктивность сообщества очень невелика или ее не остается совсем.

#### Универсальная модель потока энергии

Модель потока энергии, представленную на рис. 3, можно назвать универсальной, поскольку она приложима к любому живому компоненту системы, будь то растение, животное, популяция или трофический уровень. Соединенные между собой такие графические модели могут отразить биоэнергетику пищевой цепи или экосистемы в целом.

Задание 1. Определите понятия «биосфера, атмосфера, гидросфера, литосфера, педосфера, ноосфера, биом, живое вещество, косное вещество, биогенное вещество, биокосное вещество, трофические уровни, биологическая продуктивность, первичная биомасса, экологические пирамиды (биомасс, энергии), круговорот, биогеохимические циклы, геологический круговорот, биологический круговорот, биологическое разнообразие», используя доступные информационные ресурсы.

Задание 2. 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 рис. 4.

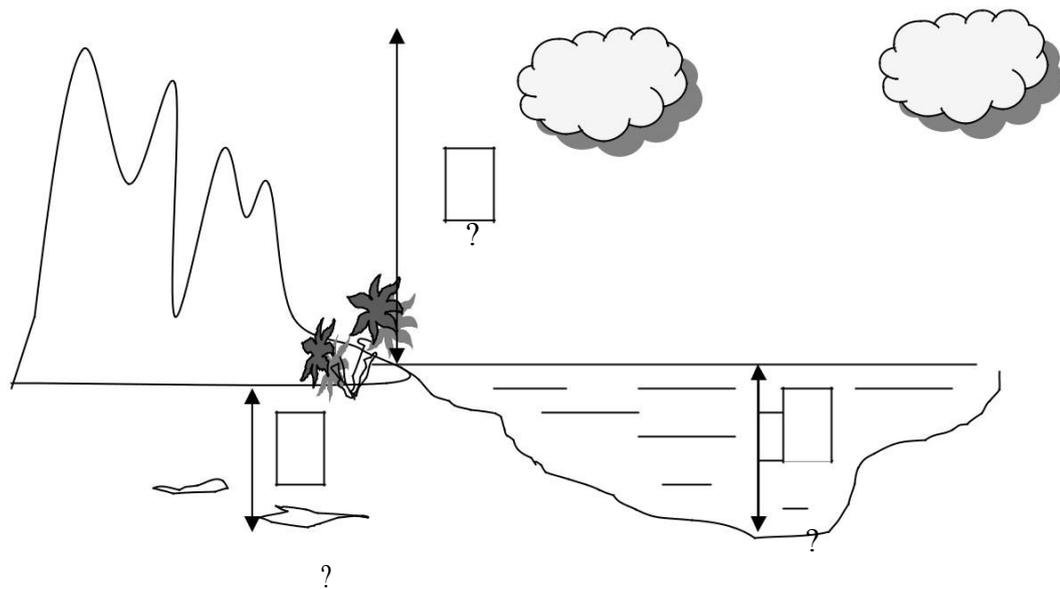


Рис. 4. Границы биосферы

Задание 3. Раскройте главные закономерности эволюции биосферы, придерживаясь схемы описания этапов, показанных в таблице:

Этап	Процессы на Земле	Сущность процессов, их последствия	Геологический период (сроки)
1. Добиотическая эволюция	Образование планеты Земля. Возникновение атмосферы. Образование органических веществ. Появление круговорота органических веществ		
2. Биотическая эволюция	Возникновение жизни. Появление фотосинтезирующих		

	растений и т.д.		
--	--------------------	--	--

Задание 4. Каким образом живое вещество обеспечивает механизм устойчивого функционирования биосферы?

Задание 5. В чем отличие пирамид чисел от пирамид биомассы и пирамид продукции (энергии) ?

Изобразите в виде рисунков (см. рис.5.3) примеры экологических пирамид для экосистем суши и водоема. Какой уровень в экологической пирамиде может занимать человек? Ответ обоснуйте

Задание 6. Вычислите, пользуясь правилом 10 %, долю энергии, поступающей на четвертый трофический уровень, при условии, что общее количество энергии на первом уровне составляло 1000 условных единиц.

Задание 7: Пестицид ДДТ, нашедший широкое применение при борьбе с насекомыми-вредителями в 1970-е годы, был спустя некоторое время запрещен. Объясните, используя рис. 5.4, почему это произошло.

Задание 8: Экосистемам и биосфере, как глобальной экосистеме, присуще такое свойство, как эмерджентность. Выберите правильное определение закона эмерджентности:

- а) Слагаемые целого не оказывают на его свойства никакого влияния.
- б) Целое имеет особые свойства, отсутствующие у его частей.
- в) Целое есть сумма слагающих его составных частей.

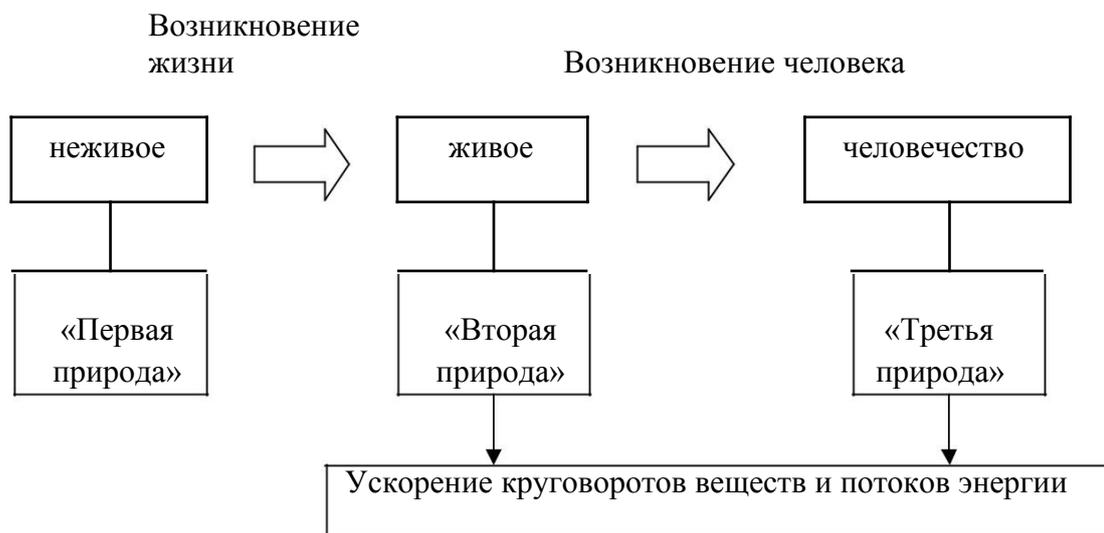


Рис. 7. Модель эволюции биосферы (по И.М. Швец, Н.А. Добротина «Биосфера и человечество», 2004)

Задание 9: К процессам, происходящим в биосфере, часто применяют принцип Ле Шателье – Брауна, известный вам из курса химии, для объяснения причины поддержания в биосфере уравновешенного динамического состояния. Всеобщая связь явлений ведет к тому, что каждое изменение в биосфере может повлечь за собой другие, часто совсем неожиданные последствия. С помощью рис. 7 изобразите схему взаимодействий между компонентами окружающей среды, процессами и явлениями. Стрелками и пунктирными линиями обозначьте прямые и обратные связи, последствия и другие взаимодействия и ответные реакции природных объектов, которые считаете необходимым отметить.

Задание 10

1. Составить схему пищевой цепи из перечисленных организмов, обозначить трофические уровни и дать им определения, указать, к какому типу относится пищевая цепь:

- а) личинки падальных мух, мертвое животное, лягушка, обыкновенный уж;
- б) лиса, трава, кролик;
- в) листовая подстилка, дождевой червь, ястреб-перепелятник, черный дрозд;
- г) божья коровка, тля, сосна, насекомоядная птица, паук;

- д) кулик, береговая улитка, сорока, фитопланктон;
- е) землеройка, дождевой червь, опавшая листва;
- ж) землеройка, паук, нектар, сова, муха; з) короед, дятел, древесина;
- и) мышь, заяц, семена;
- к) личинки насекомых, торф, хариус, белый медведь.

2. На рис. 8 показаны потоки энергии, проходящей через небольшую часть луговой экосистемы:

- а) какова валовая первичная продукция злаков и разнотравья?
- б) какова эффективность фотосинтеза, т.е. преобразования поступающей солнечной энергии в валовую продукцию?
- в) чему равна продукция паукообразных? г) чему равна продукция саранчовых?
- д) сколько энергии теряется при дыхании и выделении фекалий у полевых мышей?
- е) какие организмы являются продуцентами?
- ж) какие организмы являются первичными консументами?
- з) какие организмы являются вторичными консументами?
- и) какие организмы относятся к автотрофам, гетеротрофам?

3. Для экосистем, указанных в табл. 1, рассчитать чистую первичную продукцию, продуктивность сообщества. Сравнить экосистемы. Пояснить, какие сообщества являются стабильными и почему.

Таблица 1

Показатель потока энергии в экосистемах	Годовая продукция в экосистемах, ккал/ м <sup>2</sup> в год					
	Экосистема					
	Поле люцерны	Посадка сосны	Сосновый лес	Большой ручей	Дождевой лес	Прибрежный пролив
Валовая первичная продукция	24400	12200	11500	20800	45000	5700
Дыхание автотрофов	9200	4700	6500	12000	32000	3200
Дыхание гетеротрофов	800	4600	3000	6800	13000	2500

4. Пользуясь правилом экологической пирамиды, подсчитайте, какая площадь соответствующего биогеоценоза может выкормить одну особь последнего звена в цепи питания:

- а) планктон – нехищная рыба – щука 10 кг;
- б) планктон – нехищная рыба – скопа 5 кг;
- в) планктон – нехищная рыба – орлан-белохвост 6 кг;
- г) растения – беспозвоночные – карп 3 кг.

Биологическая продуктивность планктона 600, донной растительности 1000 г/м<sup>2</sup> в год (в пересчете на сухую биомассу).

5. По данным, приведенным в табл. 2, определить, какой из видов более эффективно использует энергию пищи на рост и накопление жировых запасов.

Таблица 2

Вид	Продукция, тыс. кал/ га		Вторичная продукция
	потребленный	усвоенный	
Малый суслик	535	427	40
Степной суслик	278	206	54

6. Зная правило десяти процентов, рассчитайте:

А. Сколько нужно травы, чтобы вырос один орел весом 5 кг. Уровни пищевой цепи: орел, трава, заяц.

Б. Сколько понадобится фитопланктона, чтобы выросла одна щука весом 10 кг. Уровни пищевой цепи: зоопланктон, мелкие рыбы, щука, окунь, фитопланктон.

В. Сколько понадобится фитопланктона, чтобы вырос один медведь весом 300 кг. Уровни пищевой цепи: лосось, мелкие рыбы, медведь, зоопланктон, фитопланктон.

Г. Сколько понадобится фитопланктона, чтобы вырос один синий кит весом 150 т. Уровни пищевой цепи: синий кит, фитопланктон, зоопланктон.

7. Соотнесите понятия, обозначающие различные способы добывания пищи, с их определениями и распишите в отчете:

- а) паразит;
- б) фильтратор;
- в) хищник;
- г) собиратель;
- д) пасущийся организм.

Определения:

А. Организм, который активно разыскивает и убивает относительно крупные жертвы, способные убежать, прятаться или сопротивляться.

Б. Организм (имеющий, как правило, небольшие размеры), который использует живые ткани или клетки другого организма в качестве источника питания и среды обитания.

В. Организм, который поглощает многочисленные пищевые объекты, как правило, растительного происхождения, на которые он не тратит много сил.

Г. Водное животное, процеживающее через себя воду с многочисленными мелкими организмами, которые служат ему пищей.

Д. Организм, который разыскивает и поедает относительно мелкие, неспособные убежать и сопротивляться пищевые объекты.

8. Назовите тип пищевых отношений (паразитизм, фильтрация, хищничество, собирательство, пастба), который соответствует следующим парам взаимодействующих организмов, и распишите в отчете:

а) заяц – клевер; б) дятел – короеды; в) лиса – заяц; г) человек – аскарида; д) медведь – лось; е) медведь – личинки пчел; ж) синий кит – планктон; з) корова – тимофеевка;

и) гриб-трутовик – береза; к) карп – мотыль; л) стрекоза – муха; м) моллюск беззубка – простейшие; н) тля – щавель; о) гусеница сибирского шелкопряда – пихта; п) кузнечик – злак мятлик; р) губка – простейшие; с) вирус гриппа – человек; т) коала – эвкалипт;

у) холерный вибрион – человек; ф) божья коровка – тля; х) муравьед – термиты.

9. Прочитайте список организмов, составьте таблицу и укажите, к каким из перечисленных групп они относятся.

Группы:

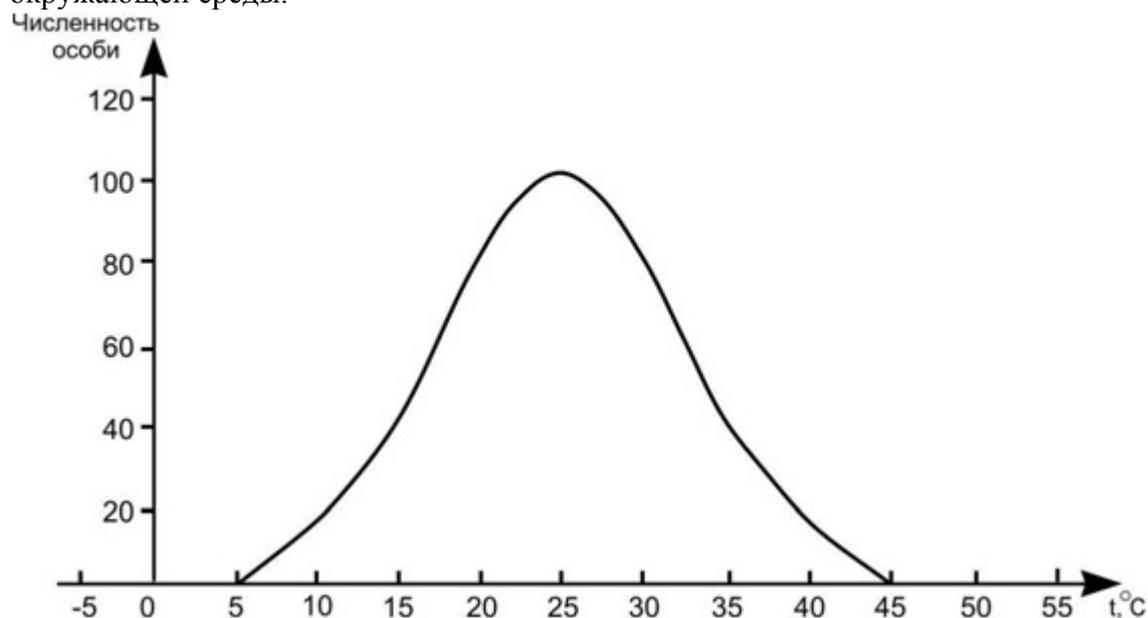
А. Фитофаги. Б. Зоофаги. В. Паразиты.

Г. Симбионты. Д. Детритофаги.

Список организмов: волк, палочка Коха, росянка, иксодовый клещ, щука, самка комара, слон, бычий цепень, дафния, дождевой червь, личинка навозной мухи, колорадский жук, кролик, рак, рысь, гриб-трутовик, овца, карп, клубеньковые бактерии, жук-скарабей, подберезовик.

10. Взаимодействие двух организмов теоретически можно представить в виде парных комбинаций символов «+», «-» и «0», где «+» обозначает улучшение положения для организма, «-» – ухудшение и «0» – отсутствие значимых изменений при взаимодействии. Обозначьте предлагаемые типы биотических взаимодействий (хищничество, мутуализм (симбиоз), паразитизм, нейтрализм, конкуренция, комменсализм (нахлебничество), аменсализм, комменсализм) соответственными парными комбинациям символов «+», «-», «0». Приведите примеры этих взаимоотношений.

11. Рассмотрите график зависимости численности божьей коровки от температуры окружающей среды.



Укажите следующие параметры:

- А. Температура, оптимальная для этого насекомого. Б. Диапазон температур зоны оптимума.  
 В. Диапазон температур зоны пессимума (угнетения). Г. Две критические точки.  
 Д. Пределы выносливости вида.

Контрольные вопросы

1. Что такое экосистема?
2. Как подразделяется по типу питания биотический компонент?
3. Пастбищные и детритные пищевые цепи.
4. Трофические уровни пищевых цепей.
5. Экологические пирамиды.
6. Продуктивность экосистемы.
7. Универсальная модель потока энергии в экосистемах.

### Ноосфера

4,5 млрд лет эволюции привели нашу планету к главной вершине – возникновению разума, и теперь разум становится главным фактором, определяющим весь ход дальнейшей эволюции Земли.

Понятие «ноосфера» относительно новое, оно не получило окончательного общепринятого смыслового значения. В настоящее время можно выделить три истолкования термина «ноосфера»:

← Понятие «ноосфера» как «мыслящий слой Земли» введено французским философом и антропологом Пьером Тейяром де Шарденом в 1925 г., очевидно, под влиянием идей В.И. Вернадского

3. биосфере. В период 1922–1923 гг. Вернадский читал цикл лекций по биосфере в Сорбонне (Парижском университете), и Тейяром де Шарден был хорошо знаком с русским ученым.

← В.И. Вернадский, заимствовав удачный термин, придал ему другой смысл. Он подразумевал под ноосферой часть биосферы, преобразованную научным творчеством человека.

В конце XX столетия ноосфера рассматривается не как земная оболочка, а как все пространство, в той или иной степени охваченное действием человеческого разума. К ноосфере относят и ту область космического пространства, которая к настоящему времени достигнута космическими кораблями. В.И. Вернадский показал, что весь ход развития биосферы вел к развитию разума. Он считал, что появление сознания – показатель формирования новой планетарной структуры, новой геосферы – сферы разума.

В.И. Вернадский писал: «Все страхи и рассуждения... о возможности гибели цивилизации связаны с недооценкой силы и глубины геологических процессов, каким является происходящий ныне, нами переживаемый, переход биосферы в ноосферу».

Задание 12: Ноосфера (в дословном переводе - сфера разума) - высшая стадия развития биосферы. Это сфера взаимодействия природы и общества, в пределах которой разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором развития. В.И. Вернадский, выявив геологическую и планетарную роли живого вещества, выделил человека как мощную геологическую силу. Ученый писал, что становление ноосферы «есть не случайное явление на нашей планете», а «природное явление», ведь человек изменил «вечный бег геохимических циклов». По каким признакам, по мнению В.И. Вернадского, можно судить о переходе биосферы в ноосферу? Для ответа на этот вопрос используйте доступные информационные источники.

Задание 13: Месторождения свинца, ртути, урана, каменного угля, нефти, газа образовались в далеком геологическом прошлом. Они никогда не участвовали в естественном биосферном круговороте, однако после того, как были вовлечены человеком в хозяйственную деятельность, оказались включенными в биогеохимический круговорот Земли. Проанализируйте, чем обусловлена потребность человечества в этих полезных ископаемых, на какой приблизительно срок их хватит, какое количество отходов образуется при их добыче, переработке, транспортировке и оцените опасность при вовлечении соединений свинца, ртути, урана, углерода в биосферные круговороты.

Задание 14: Пути спасения и развития человечества в условиях планетарного экологического кризиса рассматриваются учеными-футурологами в нескольких вариантах:

а) ученые уже в ближайшее время изобретут новые способы получения дешевой энергии и придумают долговечные суперматериалы, на производство которых не потребуются невозобновляемые ресурсы, а потому не следует их экономить сейчас;

б) полезные ископаемые тратятся, а окружающая среда загрязняется так стремительно, что нет никакой надежды на выживание человечества в условиях надвигающегося глобального экологического кризиса, ведь крупный бизнес, от власти которого зависят все, никогда не захочет снизить прибыль, что неизбежно при организации серьезных природоохранных мероприятий;

в) человеческая цивилизация сохранится, если поколениям, которые придут после нас, достанется «живая» планета и достаточное количество ресурсов, но для этого необходима гармонизация взаимоотношений человека и природы, создание общества устойчивого развития, т. е. такого, которое равномерно увеличивает благосостояние людей, не разрушая окружающей среды. Какой из вариантов кажется вам наиболее реалистичным? Ответ обоснуйте.

#### Форма отчетности:

Формой отчетности по практической работе является Отчет, который должен содержать цель работы, расчеты, результаты, выводы.

#### Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.

#### Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.
- [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
2. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.

3. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
4. [Константинов, В. М.](#) Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.
5. [Еремченко, О. З.](#) Учение о биосфере : учеб. пособие для вузов / О. З. Еремченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2006. - 240 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

4. Чем отличается производство продукции в биосфере естественной экосистемой от производственной деятельности, осуществляемой человеком в агроэкосистеме?

5. Организмы растений, животных и человека на 50–95 % состоят из воды и включают около 70 химических элементов. Как это связано с концентрационной функцией живого вещества в биосфере?

6. Атмосфера, гидросфера и литосфера связаны между собой и взаимодействуют через:  
а) почву; б) вихри воздуха; в) потоки воды; г) биосферу.

4. Какие атмосферные газы имеют преимущественно биогенное происхождение:  
а) кислород; б) водород; в) озон; г) гелий; д) азот; е) аргон; ж) углекислый газ;  
з) оксиды серы; и) оксиды азота.

3. Человек должен перейти от позиции антропоцентризма к биоцентризму (экоцентризму), поскольку он – часть биосферы, которая формирует такие условия его жизни, как:

а) сила тяготения Земли, чистая вода, озоновый экран;  
б) кислород атмосферы, магнитное поле Земли, плодородная почва;  
в) плодородная почва, чистая вода, пригодный для дыхания атмосферный воздух;  
г) плодородная почва, чистая вода, благоприятный климат, гравитация.

4. Биологический (малый) круговорот является функцией:

а) сообщества производителей и разрушителей органических веществ;  
б) сообщества производителей и разрушителей органических веществ;  
в) сообщества продуцентов и консументов;  
г) сообщества производителей, потребителей и разрушителей органических веществ.

7. В загрязненной пестицидами экосистеме луга вредные вещества накапливаются в наибольшем количестве в организмах:

а) растений; б) травоядных животных; в) хищников; г) насекомых-опылителей.

8. В живом веществе биосферы Земли в наибольшем количестве присутствуют:

а) углерод, водород, кальций, фосфор;  
б) углерод, азот, кислород, водород;  
в) углерод, азот, кислород, калий;  
г) углерод, озон, водород, фосфор.

9. Какое развитие человечества можно считать устойчивым:

а) такое, при котором общество развивается, но не разрушает своей природной основы;  
б) такое, при котором приоритетны интересы экономического развития;  
в) такое, при котором главенствует решение экологических проблем;  
г) такое, при котором удовлетворяются потребности нынешнего поколения людей, но лишаются такой возможности будущие поколения

#### **Практическая работа №4 Оценка экологического состояния воздуха**

Цель работы: углубление знаний об атмосфере, об экологических проблемах, обусловленных загрязнением воздуха, оценка экологической безопасности атмосферного воздуха.

#### Порядок выполнения:

Загрязнение воздуха оказывает влияние на климат, здоровье людей, состояние биоты. Негативное воздействие при этом происходит и в результате прямого контакта с загрязненным воздухом, и в результате выпадения загрязняющих веществ из атмосферы, и

вторичного загрязнения окружающей среды. Газовые выбросы наносят экономический ущерб из-за потери веществ, которые могли бы быть использованы в смежных отраслях. Из-за загрязнения воздуха происходит разрушение материалов, оборудования, сооружений, многие поллютанты вызывают болезни и гибель домашних и диких животных, лесных и культурных растений. Посчитано, что экономические потери от заболеваний и смертности людей в связи с загрязнением воздушной среды составляют ежегодно 6 млрд. долларов США.

### Экология атмосферного воздуха

Размеры атмосферы по сравнению с другими геологическими резервуарами Земли невелики, что делает ее весьма чувствительной к загрязнению. Даже небольшие изменения концентраций веществ в атмосфере могут вызвать значительные изменения ее свойств. Атмосферные потоки быстро перемешиваются, поэтому выбросы от крупных катастроф распространяются по всему земному шару. В результате перемешивания общий состав атмосферного воздуха имеет близкие показатели по всей Земле. Физическими причинами перемешивания являются: горизонтального – вращение Земли, вертикального – нагревание поверхности планеты. Лучшее всего происходит перемешивание воздуха в нижней части атмосферы – тропосфере. Вследствие конвекции нагретый вблизи поверхности Земли воздух, будучи легче холодного, поднимается вверх. На высоте 15–25 км атмосфера нагревается путем поглощения УФ-излучения кислородом и озоном. Следствием повышения температуры с высотой является хорошая устойчивость верхней части атмосферы к вертикальному перемешиванию, т. к. слой холодного воздуха всегда находится внизу. Эта часть атмосферы (стратосфера) состоит из двух слоев (strata-слой). Здесь, на высоте 25–30 км, как известно, находится озоновый слой, играющий роль «щита» для биосферы благодаря поглощению им основной части (97 %) УФ составляющей солнечного излучения. В силу физических законов общее давление (а значит, и отдельных газов) в атмосфере уменьшается по мере удаления от Земли. Следствием является тот факт, что 80–90 % атмосферных газов находятся в тропосфере. Остальные находятся в основном в стратосфере, а меньше всего их в верхней части, мезосфере, ионосфере.

Как известно, главными компонентами атмосферы являются азот (78,084 %), кислород (20,946 %), аргон (0,934 %). Здесь и ниже приведены данные для сухого воздуха. Содержание воды сильно варьируется (0,5–4 %). Средняя концентрация диоксида углерода  $\text{CO}_2$  составляет всего 0,03 %. Весьма малая доля (в объемных процентах) приходится на инертные (т. е. неактивные в химических реакциях) газы: неон ( $1,8 \times 10^{-3}$ ), гелий ( $4,6 \times 10^{-3}$ ), криптон ( $1,1 \times 10^{-4}$ ), ксенон ( $8 \times 10^{-6}$ ). Кроме того, атмосферный воздух содержит (в объемных процентах) радон ( $6 \times 10^{-5}$ ), оксид азота (I)  $\text{N}_2\text{O}$  ( $5 \times 10^{-5}$ ), водород ( $5 \times 10^{-5}$ ), метан ( $1,7 \times 10^{-4}$ ).

Хотя нельзя сказать, что перечисленные газы не важны, однако при экологической оценке качества атмосферного воздуха основное внимание уделяется главным образом не этим, а более реакционноспособным, хотя и второстепенным по количеству, веществам, поступающим в атмосферу в результате хозяйственной деятельности человека. К ним относятся оксиды азота  $\text{NO}$  и  $\text{NO}_2$ , диоксид серы  $\text{SO}_2$ , метан  $\text{CH}_4$ , монооксид углерода  $\text{CO}$  и хлорфторуглероды (прежде всего фреоны  $\text{CFCl}_3$  и  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ). Часть этих газов, поступающих в атмосферу, имеет природное происхождение (например, вулканическая деятельность).

Основные антропогенные выбросы вредных веществ в атмосферу связаны со сжиганием топлива на электростанциях, в котельных, двигателях внутреннего сгорания, а также с переработкой руд деятельностью предприятий химической промышленности.

**Парниковый эффект** – возможное потепление климата на планете Земля в результате накопления в атмосфере углекислого и других, так называемых парниковых газов, основной источник которых – человеческая деятельность.

Диоксид углерода прозрачен для солнечного света, но не пропускает в атмосферу инфракрасное излучение Земли, т. е. ведет себя подобно полиэтиленовой пленке в парнике (рис. 1).

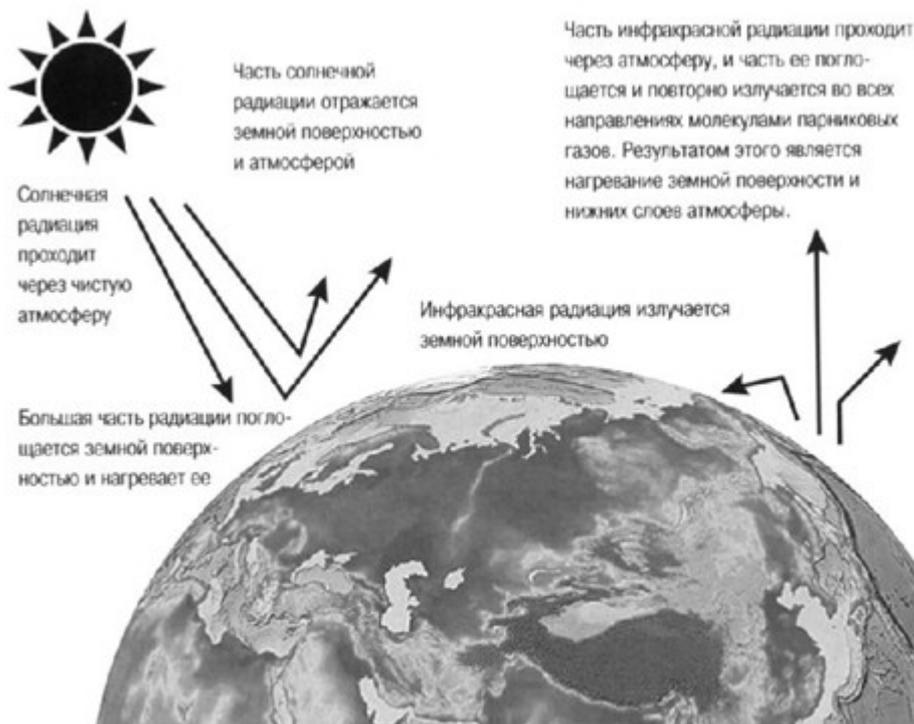


Рис. 1. Схема парникового эффекта (по материалам брошюры ЮНЕП «Изменение планеты»)

### Загрязнение воздуха и здоровье человека

Твердые взвешенные частицы (пыль) размером около 10–100 мкм могут содержаться в воздухе в больших количествах, хотя время их пребывания в атмосфере невелико, т. к. гравитационные силы вынуждают их оседать. Такими частицами являются пыльца растений, микроорганизмы и их споры, сухой песок, удобрения, асбестовая, угольная и цементная пыль. Главные источники твердых взвесей – металлургические заводы, теплоэлектростанции, стройиндустрия, транспорт, нефтеперерабатывающие комбинаты, заводы по производству белково-витаминных препаратов.

Природные источники пыли – лесные пожары, эрозия почв, вулканическая, метеоритная пыль, морская соль. Пыль, попадая в легкие вместе с воздухом, накапливается в организме. На пылевых частицах могут поселиться микроорганизмы, адсорбироваться еще более мелкие частицы вредных веществ. Например, на саже прочно закрепляются канцерогенные полиароматические соединения. Наиболее токсичны пыли, содержащие белковые молекулы и простейшие организмы (живые и отмершие). Они вызывают аллергии. Древесная, хлопковая, мучная пыль создают взрывоопасные смеси с воздухом.

Задание 1. Определите понятия «атмосфера, загрязнение атмосферы, парниковый эффект, парниковые газы, смог Лондонский, смог Лос-Анджелесский ( фотохимический туман), кислотный дождь, аэрозоли, фреоны, озоновый экран (слой), озоновая дыра, предельно допустимый выброс (ПДВ)», используя доступные информационные ресурсы.

Задание 2. Представьте данные о составе воздуха в виде круговой диаграммы:

Задание 3. Установите соответствие между отраслями техники и результатами воздействия на атмосферу загрязнителей, выбрасываемых работающими в этих отраслях предприятиями и машинами: к каждой позиции , данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца. Впишите полученный ответ в таблицу. Обращаем внимание, что разные отрасли техники могут вызывать одинаковые техногенные изменения в атмосфере.

Отрасли техники
1) теплоэнергетика
2) черная металлургия
3) нефтедобыча и нефтепереработка
4) автотранспорт
5) цветная металлургия
6) промышленность строительных материалов
7) химическая промышленность

Техногенные изменения в атмосфере
А) «кислотные дожди» (вымывание кислот из атмосферы)
Б) Утоньшение и перфорация слоя O <sub>3</sub> , защищающего земную жизнь от УФ-излучения Солнца
В) «парниковый» эффект (потепление климата, вызванное накоплением в атмосфере газов, поглощающих ИК-излучение и препятствующих его рассеянию)
Г) коррозия металлов, эрозия камня на открытом воздухе
Д) фотохимический смог в городах

1	2	3	4	5	6	7

Задание 4. «Жизнь на Земле влияет на атмосферу, а атмосфера влияет на жизнь на Земле». Изложите свои мысли по поводу этого умозаключения. В ответе следует использовать соответствующие понятия экологии (живое вещество, продуценты, фотосинтез, биосфера, гомеостаз, парниковый эффект) и, опираясь на факты науки и собственный жизненный опыт, привести необходимые аргументы (не менее двух) в обоснование своей позиции.

Задание 5. Мраморные и известняковые скульптуры, стены старинных сооружений, созданные в Древней Греции и Римской империи, за последние 30 лет XX века разрушились гораздо сильнее, чем за предыдущие 2400 лет. Почему? Какие процессы этому способствуют?

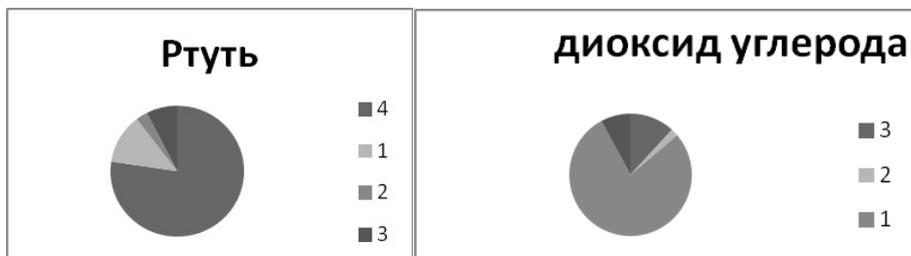
Подсказка: используйте знания о кислотных дождях и химическом составе мрамора и известняка.

Задание 6. Предложите 3 возможных способа решения проблемы глобального потепления климата на Земле. В каких сферах человеческой деятельности необходимы усилия для реализации этих решений?

Задание 7. Проанализируйте рисунок. Выясните, какой вклад в производство различных токсикантов, загрязняющих атмосферу, вносит промышленность? Вспомните, какое влияние оказывают эти соединения на человека и окружающую среду в целом?

1- промышленные источники энергии; 2- традиционные источники энергии; 3 – сельское хозяйство; 4 – промышленное производство (по Дж. Холдрену, 1990)





Задание 8. Установите соответствие между видами загрязнений воздуха и заболеваниями, которые они могут вызывать: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца. Впишите полученный ответ в таблицу. Обращаем внимание, что загрязнители воздуха могут вызывать несколько заболеваний, и наоборот, одинаковое патологическое состояние может быть обусловлено разными токсичными веществами.

**Заболевания**

- А) Онкологические заболевания
- Б) Респираторные заболевания (силикоз)
- В) Аллергия
- Г) Заболевания крови
- Д) Головная боль, отравление угарным газом

**Загрязнение атмосферного воздуха**

- 1) пыльца высших растений
- 2) асбест
- 3) ядохимикаты, удобрения
- 4) кремнийсодержащие частицы
- 5) угольная пыль, ПАУ (полиароматические углеводороды)
- 6) монооксид углерода (СО)

1	2	3	4	5	6

Форма отчетности:

Формой отчетности по практической работе является Отчет, который должен содержать цель работы, расчеты, результаты, выводы.

Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.

Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.
- [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
2. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.
3. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.

4. [Константинов, В. М.](#) Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.
5. [Еремченко, О. З.](#) Учение о биосфере : учеб. пособие для вузов / О. З. Еремченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2006. - 240 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Запишите химическое уравнение реакции получения глюкозы путем фотосинтеза. Сколько тратится углекислого газа и выделяется кислорода для получения 1 моль  $C_6H_{12}O_6$ ?
2. До последнего времени океанам и лесам удавалось спасать нас от самих себя. Природный углеродный цикл творит чудеса: биосфера ассимилирует углекислый газ, связывая его в биомассу и осадочные породы. Путем простейших химических расчетов определите, сколько литров  $CO_2$  удерживает в себе кусочек мела массой 10 г?
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.

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

## **Практическая работа №5 Качество воды**

**Цель работы:** углубление знаний о гидросфере, об экологической роли воды, об источниках загрязнения вод и их последствиях, рациональном использовании и охране водных ресурсов.

### **Порядок выполнения:**

Качество жизни человека определяется, в числе прочих, такими категориями, как пища, тепло и холод, чистый воздух и вода, электрическая энергия, объем отходов жизнедеятельности. При этом роль воды как жизнеобеспечивающего фактора не ограничивается только хозяйственно-питьевым использованием. Можно уверенно сказать, что вода (особо чистая, техническая, минеральная, термальная, сточная и т. д.) участвует во всех производственных циклах, а значит прямо или косвенно влияет на все категории, определяющие качество жизни.

Вода – важнейший компонент любой экосистемы. Состав и свойства воды прямо или косвенно влияют на экологическое состояние всех природных объектов, т. к. совершая круговорот, природная вода участвует во многих химических и физических процессах живой и неживой природы. Высокая растворяющая способность воды приводит к ее загрязнению опасными для жизнедеятельности организма твердыми, жидкими и газообразными веществами. В организме человека массовая доля воды равна 70 %. Потеря организмом более 10 % воды может привести к смерти. Без воды человек может прожить только три дня, в то время как без пищи – 30–50 дней. С водой в организм поступают химические соединения (и необходимые, и вредные), водная среда служит для осуществления процессов очищения организма от шлаков, регуляции температуры тела, транспортной работы крови и поддержки кислотно-основного равновесия в организме.

Состав воды отражает экологическое состояние не только самого водного объекта, но и свидетельствует об экологическом благополучии контактирующих с водой почв, атмосферного воздуха. По результатам химического анализа вод и водных вытяжек почв и горных пород делается заключение о степени антропогенного влияния на территорию.

Вода – обязательное условие жизни. Вода входит в качестве неотъемлемого компонента в любой организм. Ей принадлежит важнейшая роль в строении и функционировании живой клетки. Процессы питания и метаболизма невозможны без воды. Водный баланс в системе живого организма так же важен, как и водный баланс в окружающей среде и биосфере в целом.

Гидросфера неразрывно связана с атмосферой и литосферой. Благодаря высокой подвижности и растворяющей способности вода проникает в различные природные образования, существуя в трех фазах: в газообразном, жидком, твердом состоянии. Вода находится в виде паров и облаков в земной атмосфере, формирует реки, озера, океаны и моря, в замороженном состоянии сосредоточена в высокогорных районах континентов и в виде мощных ледяных панцирей покрывают полярные участки суши. Кажущиеся колоссальными запасы водных ресурсов планеты создают иллюзию их изобилия и неисчерпаемости. Вместе с тем следует принимать во внимание, что только незначительная часть воды (около 0,02 %) доступна для практического использования. По мнению многих видных ученых, водный кризис уже охватил большую часть планеты, а к 2025 г. останется только 3 страны с достаточной обеспеченностью пресной водой: Бразилия, Канада и Россия.

**Задание 1.** Определите понятия «гидросфера, гидробионты, круговорот воды, водопотребление, бассейн реки, водоохранная зона, качество воды, вода питьевая, вода сточная, водоподготовка, очистка сточных вод, предельно допустимый сброс», используя доступные информационные ресурсы.

Вода – важнейший и самый распространенный минерал на Земле. Гидросфера включает Мировой океан, моря, реки, озера, болота, пруды, водохранилища, полярные льды, горные ледники, почвенную влагу и атмосферные пары. Водные ресурсы слагаются из статических (вековых) запасов и возобновляемых ресурсов. Ежегодно в круговороте на поверхности Земли участвует более 1 млн км<sup>3</sup> воды, что составляет около 0,1 % объема вод активного водообмена. Циркуляция воды связана с механическим движением (потоки рек,

океанические течения) и с изменением фазового состава, когда вода испаряется и переходит в атмосферу благодаря диффузионным конвективным потокам из поверхностных вод, почв и горных пород, растительности. При испарении воды происходит накопление ею энергии, которую она стремится вернуть, конденсируясь, и вода в виде осадков возвращается на Землю.

Задание 2. Обоснуйте значение воды, учитывая разные аспекты: а) Вода - геологический фактор, регулятор климата; б) Вода - основа жизни на Земле; в) Вода как фактор здоровья человека; г) Вода в хозяйственной деятельности человека.

Водно-экологические проблемы в полной мере отражают кризисную экологическую ситуацию. С учетом темпов роста численности человечества (за период с 1975 по 2000 гг. население земного шара увеличилось почти в 1,5 раза) и связанного с этим повышением общего расхода воды (суммарный расход воды в 1975 г. составлял 3000 м<sup>3</sup>, в 2000 г. – 6000 м<sup>3</sup>) можно ожидать превращения воды в стратегическое сырье, наличие которого будет определять развитие цивилизации.

Земля – «планета Воды». В самом деле, в мантии земного шара содержится 13–15 млрд км<sup>3</sup> химически связанной воды; а объем воды, входящей в состав всех частей гидросферы планеты Земля, составляет еще около 1,5 млрд км<sup>3</sup>. Из них на долю морей и океанов приходится около 1 млрд 370 млн км<sup>3</sup>, а пресных и соленых вод суши – 48 млн км<sup>3</sup>. При этом количество пресной воды (т. е. такой, в которой содержание растворенных солей не превышает 1 г/ дм<sup>3</sup>) составляет около 35 млн км<sup>3</sup>. Следует учитывать, что и эта цифра нуждается в комментариях, т. к. огромная часть пресной воды находится в труднодоступном для человека состоянии. Около 70 % ее существует в виде льдов, близкое к 30 % количество воды находится в подземных толщах. Речная сеть Земли включает только около 0,006 % всей пресной воды. Именно эта часть воды в наибольшей степени связана с жизнедеятельностью человека, она используется для бытового и промышленного водоснабжения, для орошения земель, в энергетике, в транспорте.

Задание 3. Человек обитает в значительно преобразованной или даже искусственной среде. Разум, как ранее живое вещество планеты, превратился в самостоятельную геологическую силу, воздействующую на все геосферы, а не только обитаемые территории. Составьте схему, иллюстрирующую использование человеком ресурсов гидросферы и влияние на нее

- Только 40 % населения Земли обеспечены качественной питьевой водой;
- По некоторым прогнозам, к 2032 г. более половины населения Земли будет испытывать нехватку воды, если сохранится тенденция технократического развития цивилизации;
- В Африке проживает 28 % населения мира, не имеющих доступа к водопроводу;
- Более 5 млн. человек в год умирает от болезней, связанных с употреблением недоброкачественной воды;
- В мире около 80 % болезней человека являются следствием потребления воды низкого качества, т. к. с водой в организм попадают патогенные микробы, тяжелые металлы, нитраты, фенолы, канцерогенные хлорорганические вещества и т. д. Ущерб здоровью из-за использования загрязненной воды соизмерим с потерями от стихийных бедствий, голода, кризисных экологических ситуаций;
- Реки Хуанхэ (Китай), Ганг (Индия), Амударья и Сырдарья (Средняя Азия) являются самыми загрязненными в мире.

В плане действий Всемирного саммита по устойчивому развитию выдвинута инициатива о доступе к питьевой воде в развивающихся странах: к 2015 г. сократить долю населения, лишенного доступа к безопасной питьевой воде, в 2 раза. Усиливающееся загрязнение водных объектов делает проблему дефицита питьевой воды весьма серьезной. Не случайно период 2003–2013 гг. объявлен ЮНЕСКО десятилетием Чистой Воды.

Мировое потребление воды составляет сегодня столько же, сколько потребление остальных минеральных ресурсов. Удельное суточное потребление в России на душу населения, включающее нужды населения, нерациональное расходование, утечки и т. п. составляет 275–370 л. Для сравнения: в странах Евросоюза потребление воды находится в пределах 150–200 л в сутки на человека. Сюда входят: расход воды для питья и

приготовления пищи – 5 %, для туалета – 43 %, душ и ванная – 34 %, мытье посуды – 5 %, уборка квартиры – 3 %, прочие расходы, включая полив газонов и мытье машины – 5 %.

Задание 4. Продолжите составленный известной общественной организацией Greenpeace список рекомендаций, выполнение которых способствует экономии воды, а значит сохранению этого ресурса устойчивого развития

1. Почините или замените все протекающие краны. Неисправный кран за сутки может «накапать» 30–200 литров воды! Старайтесь плотно закрывать кран.

2. При выборе смесителей – отдайте предпочтение рычаговым. Они быстрее смешивают воду, чем смесители с двумя кранами, а значит, меньше уходит воды «впустую», когда вы подбираете оптимальную температуру воды.

3. На время, когда вы чистите зубы, выключайте воду. Чтобы ополоснуть рот, достаточно стакана с водой.

4. Из сливного бачка в унитаз может постоянно течь вода. Из-за подобных протечек теряются десятки литров воды ежедневно. Старайтесь следить за состоянием сантехники в своей квартире и вовремя устранять неисправности.

Задание 5. Ресурсы пресной воды распределены неравномерно, и часто в районах с интенсивной хозяйственной деятельностью ее не хватает. Недостаток и истощение водных ресурсов, их загрязнение – серьезная экологическая проблема, связанная с рядом причин, главные из которых указаны ниже. Выберите из них те, которые, на ваш взгляд, актуальны для нашего региона. Какие меры могут улучшить ситуацию?

Причины истощения и загрязнения пресной воды	Актуальность для Сибири		Проблема может быть решена на уровне	
	Да	Нет	общегосударственном	региональном
Неравномерное распределение воды во времени и пространстве				
Рост потребления воды				
Потери воды при транспортировке и использовании				
Интенсивный отбор воды из водоисточника				
Разработка месторождений полезных ископаемых. Водоотлив из шахт, штолен				
Урбанизация территорий (жилая застройка, энергетические объекты, свалки отходов)				
Сброс сточных вод				
Сельскохозяйственная деятельность				
Загрязнение атмосферы				

#### Форма отчетности:

Формой отчетности по практической работе является Отчет, который должен содержать цель работы, расчеты, результаты, выводы.

#### Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.

## Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.
- [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
2. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.
3. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
4. [Константинов, В. М.](#) Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.
5. [Еремченко, О. З.](#) Учение о биосфере : учеб. пособие для вузов / О. З. Еремченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2006. - 240 с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

3. Каковы, по вашему мнению, главные причины водно-экологического кризиса? В каких странах уже сейчас запасы пресной воды стали лимитирующим фактором развития не только в экосистемах, но и в социальной сфере и экономике?

4. Основной объем пресной воды сосредоточен:

- а) в ледниках;
- б) во влаге атмосферного воздуха;
- в) в пресных озерах;
- г) в подземных водах.

3. Что означает термин «цветение воды»:

- а) период, когда расцветают кувшинки, водяные лилии;
- б) зарастание берегов водоема прибрежными растениями, разные сроки цветения которых обеспечивают продолжительный период красивого оформления береговой линии;
- в) массовое развитие сине-зеленых водорослей из-за избытка азота и фосфора, поступающего водоем со сточными водами.

4. В газете опубликована статья «Босфор без воды», суть которой в следующем. В некоторых регионах чистая вода – уже проблема. Реки Тигр и Евфрат берут начало в Турции, а до Сирии их воды доходят загрязненными и оскудевшими. Разгорается конфликт: арабы считают, что попали в зависимость от турецкой воды и предлагают рассматривать реки Тигр и Евфрат как международное достояние.

За последнее 10-летие в мире на  $\frac{1}{2}$  уменьшились запасы чистой пресной воды. Ожидается, что скоро температура воды повысится еще на 4 °С, а через 200 лет побережье превратится в Сахару. В Турции написан 2-метровый холст с высохшим Мраморным морем. Изображенные на нем дети просят воды, пусты пляжи Анталии.

Изложите свои мысли по поводу поднятой автором проблемы. В ответе следует использовать соответствующие понятия экологии и, опираясь на факты общественной жизни, науки и собственный жизненный опыт, привести необходимые аргументы (не менее двух) в обоснование своей позиции.

5. Что сохраняет устойчивые диапазоны температур на нашей планете? Жизнь. Это зеленые растения, превращающие углекислый газ в органические вещества, а также триллионы и триллионы мельчайших морских организмов (фораминиферы, кокколиты, известковые водоросли). Они захватывают углерод из  $\text{CO}_2$ , растворенного в воде, и используют его, наряду с другими веществами, для построения своих раковин. Погибая, эти морские организмы попадают на дно, где спрессовываются в известняк  $\text{CaCO}_3$ . В осадочных породах на Земле в связанном виде удерживается примерно в 20 000 раз больше углерода, чем содержится в атмосфере.

Как связаны повышение средней температуры Земли, круговорот углерода и процессы, протекающие в гидросфере?

6. Какие из приведенных ниже утверждений являются, по вашему мнению, ложными, а какие – истинными:

- а) при стирке белья полоскать лучше в проточной воде;
- б) использование посудомоечных машин – хоть и более дорогой, но эффективный способ экономии воды и электроэнергии при мытье большого количества посуды;
- в) при использовании рычаговых смесителей меньше воды уходит «впустую» при подборе оптимальной температуры воды;
- г) избежать больших потерь воды можно, если принимать ванну, а не душ.

7. Существует проблема защиты гидросферы от воды, сливаемой системами охлаждения кораблей. Утечка даже одного литра нефтепродуктов в водный бассейн наказывается большим штрафом. В то же время ежедневно на каждом судне накапливается до трех тонн воды, от которой надо избавляться. Концентрация нефти в воде, которую сбрасывают в открытый океан, не должна превышать 100 мг/л. Если же море закрытое, к примеру, Балтийское или Средиземное, то предельное количество не больше 15 мг/л, а в Финском заливе сброс нефтепродуктов вообще запрещен. Как предотвратить попадание следов нефти в море (как их удалить из сливной воды)?

8. Одна из развивающихся стран ввозила из индустриальных держав на свою территорию для захоронения радиоактивные отходы, которые сбрасывали в контейнерах в океан. Независимые эксперты установили, что такой способ захоронения вскоре приведет к радиоактивному загрязнению существенной части Мирового океана. В рамках каких из глобальных проблем современности можно рассматривать эти события? Аргументируйте свой ответ.

### **Практическая работа №6 Демографическая проблема**

Цель работы: составить отношение к демографической проблеме как важнейшей составляющей глобального системного экологического кризиса, выявить взаимосвязи между демографическими процессами и связанными с ними экологическими, экономическими и социальными проблемами в разных странах.

#### Порядок выполнения:

Особенности современной демографической ситуации наглядно иллюстрируют последние статистические данные, которые говорят о том, что население Земли составляет более 6,7 млрд человек, рождаемость – 24,6 %, смертность – 9,8 %, естественный прирост – 14,8 %. Каждую минуту на Земле появляется примерно 270 младенцев, а умирает – 110 человек. Каждые сутки население Земли возрастает на 230 000 человек.

На 8 % территории Земли сосредоточено около 75 % населения. Это вызывает огромное «давление населения». Давление населения влияет на окружающую среду вне зависимости от уровня экономического развития, технических достижений. Прогресс техники, новейшие технологии, развитие транспорта, потребность в новых ресурсах вызывают продвижение людей в районы с экстремальными условиями, где экосистемы легко ранимы.

Многие ученые, политики, общественные деятели считают, что нужны срочные меры в масштабе всей цивилизации, которые могли бы регулировать численность людей.

Существует множество моделей дальнейшего развития цивилизации. При конструировании каждой из них предпринимаются попытки определить **оптимальную численность населения**, то есть наиболее соответствующую **емкости среды**.

Задание 1. Определите понятия: «демография, популяция, демографическая ситуация, депопуляция, ёмкость среды, экспоненциальная зависимость, оптимальная численность населения, репродуктивное поведение (*r*-стратегия и *k*-стратегия), биотический потенциал, сопротивление среды, рождаемость, смертность, демографическая революция, демографический взрыв, демографический переход, демографическая стабилизация, демографическая политика», используя доступные информационные ресурсы.

#### **Биологические механизмы динамики численности популяции человека**

Каждая природная популяция имеет свою численность, которая определяется рождаемостью и смертностью. На численность популяции оказывает влияние соотношение следующих показателей популяции: рождаемости, смертности, плодовитости, численности популяции, которое выражается в особом **репродуктивном поведении** (репродукция – то есть воспроизведение), в особой **стратегии**, которая рассматривается как характерное поведение.

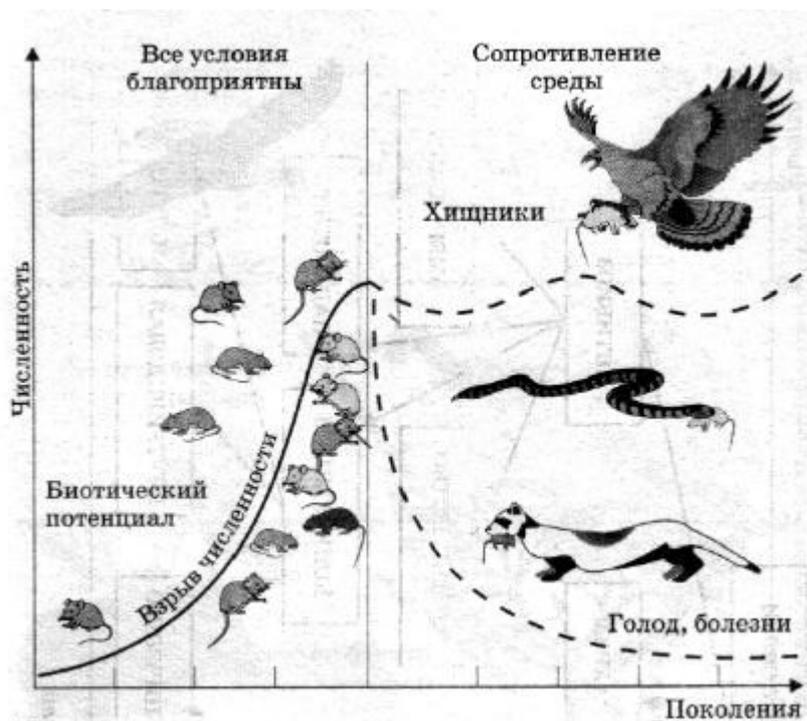
Различают ***r*-стратегию** и ***k*-стратегию** как варианты репродуктивного поведения.

***r*-стратегия** (где *r* – врожденная скорость роста численности популяции, связанная с максимальной скоростью размножения особи данного вида), понимаемая как особое репродуктивное поведение, характерна для видов, живущих в нестабильных, ненадежных местообитаниях, с высоким **сопротивлением среды**. О потомстве заботы нет.

Например, сельдь ежегодно откладывает сотни тысяч мелких икринок в море и никак о них не заботится – авось, из такой уймы потомков кто-то выживет! Естественно, что «детская» смертность у сельди очень высока. Репродуктивное поведение, характеризующееся как ***r*-стратегия**, присуще многим рыбам, простейшим, паразитическим червям.

Для организмов, живущих семьями, прайдами, стадами, в стабильных местообитаниях, с малым **сопротивлением среды**, заботящихся о потомстве, характерно **репродуктивное поведение**, называемое ***k*-стратегия**, где *k* – максимальный размер стабильной популяции в данных условиях.

Задание 2. Человеку как виду свойственна *k*-стратегия репродуктивного поведения, однако в пределах своей потенциальной плодовитости он может сдвигаться в сторону *r*-стратегии. Определите условия, характеризующие возможности реализации *k* или *r* типа.



### Биотический потенциал Сопротивление среды

**Сопротивление среды** – это вся совокупность факторов (недостаток пищи, действие неблагоприятных абиотических факторов, нехватка местообитания, конкуренция, болезни, хищники, паразиты), которая направлена на сокращение численности популяции и препятствует ее росту и размножению. Противоположно действию биотического потенциала.

**Биотический потенциал** – это возможность вида увеличить свою численность и/или область распространения при улучшении условий существования. Сдерживается **сопротивлением среды**.

## Социальные механизмы динамики численности населения Земли

Согласно экспертным оценкам, популяции людей, одновременно проживавших на Земле, насчитывали:

- 1 млн лет назад (стадия Человек прямоходящий) – 100 000 индивидов;
- ко времени появления Человека разумного – 500 000 индивидов;
- 20–30 тыс. лет назад – 5 млн человек.

Существуют точки зрения, что численность населения Земли должна насчитывать 1 млрд. Это так называемый трансатлантический англо-саксонский «золотой» миллиард.

В. Дольник в своих работах называет как оптимум число 200 тыс. человек.

Задание 3. Ряд видных ученых полагает, что нормальная биологически обусловленная численность вида – примерно 500 тысяч особей. Как вы считаете, чем, в первую очередь, это обусловлено?

Задание 4. Объясните, в чем состоит отличие механизмов изменения численности популяции человека от популяций других организмов.

Задание 5. Человек – сложное, целостное биосоциальное существо. Демографические процессы, формирующие численность народонаселения, обусловлены во многом социально-экономическими факторами. Бурное, экспоненциальное развитие народонаселения Земли связано с **демографической революцией**. Объясните суть этого понятия.

Задание 6. Объясните, почему демографическая революция не привела к стабилизации численности населения Земли? Какие социальные причины способствуют стремительному росту численности населения?

**Демографический взрыв** – это фаза динамики численности населения, характеризующая XX век, особенно его вторую половину, при которой произошло стремительное увеличение численности населения.

К примеру, **среднегодовой прирост населения** во второй половине XX века составил: в 50-е гг. – 53 млн чел.; в 60-е гг. – 66 млн чел.; в 70-е гг. – 70 млн чел.; в 80-е гг. – 86 млн чел.

Задание 7. Используя приведенные ниже данные о численности населения нашей планеты, постройте график, иллюстрирующий тенденции роста человеческой популяции на Земле. Каким математическим закономерностям соответствуют следующие участки графика: а) в период первых тысячелетий истории человечества (до XIX в.); б) с 1820 по 1927 гг.; в) с 1974 по 1999 гг.?



С экологической точки зрения рост численности человечества в XX веке имеет характер, больше свойственный в основном примитивным организмам, у которых часто вслед за резкой вспышкой численности (демографическим взрывом) следует массовая гибель.

Для отдельных популяций крупных *k*-стратегов (приматов, копытных, хищников), но никогда для вида в целом, максимальный размах численности иногда достигает 500 %.

**Демографический переход** – это фаза динамики численности популяции, характеризующая период, когда она приближается к уровню **емкости среды**, и ***r*-стратегия переходит в *k*-стратегию**.

Сближение показателей смертности и рождаемости (когда коэффициент смертности и коэффициент рождаемости будут равны 12 %) приведет к **демографической стабилизации**.

В составе такой популяции

будет: 23 % детей и юношей

до 18 лет,

49 % людей трудоспособного возраста от 18 до

60 лет, 28 % людей от 60 до 84 лет.

На каждую 1 000 человек будет 96 семей с возрастом родителей от 20 до 36 лет, в каждой из которых будет в среднем по 2 ребенка.

Таким образом, численность населения на протяжении истории человечества неуклонно **возрастала** в связи с тем, что люди увеличивали **емкость среды** благодаря смене типов хозяйствования.

Современный человек реализует **k-стратегию**, но в странах, с опозданием вступивших на путь НТП (научно-технического прогресса), сохраняется высокая рождаемость, реализуется **r-стратегия**, **и этим поддерживается стремительный рост населения Земли.**

Популяции требуется время, ряд поколений, чтобы привести рождаемость в соответствие с но-вым уровнем смертности. И в течение этих лет будет происходить «демографический взрыв», даже если он не выгоден популяции и обгоняет рост продуктов питания.

Задание 8. Какие закономерности в характере демографических и экономических проблем выявил Т. Мальтус? Что такое неомальтузианство?

Задание 9. Используя знания школьного курса географии, охарактеризуйте, какими демографическими характеристиками описываются I и II типы воспроизводства населения?

### **Демографическая политика**

Развитие населения – вид развития, в котором средства совпадают с целью. Цель – совершенствование человека и улучшение качества его жизни. Средства – сам человек как основа экономического развития. Демографическое развитие включает вопросы природопользования, роста численности населения относительно территорий и ее природно-ресурсной основы. **Демографическая политика** может быть рассмотрена как попытка человечества управлять деторождением. Люди живут в рамках формулы «здесь и сейчас», им некогда ждать лучших времен.

Человечество уже имеет опыт регулирования рождаемости, нашедшего выражение в **демографической политике** (система различных мер – от формирования общественного мнения до экономического стимулирования и административно-правового регулирования, предпринимаемых государством с целью воздействия на естественное движение населения).

Современный этап развития человечества характеризуется ускоренным ростом народонаселения. Рост населения Земли приобрел стремительные темпы и получил название демографического взрыва. В настоящее время на планете каждую минуту рождаются примерно 180 чел., каждую секунду рождается 21 и умирает 19 чел. Таким образом, население Земли увеличивается на 2 чел. в секунду, на 250 тыс. ежедневно. За год прирост составляет приблизительно 80 млн, причем он практически весь приходится на развивающиеся страны. Так, темпы роста населения Кении (Восточная Африка) – около 4 % в год – более высокие, чем в любой другой стране мира. В то же время самые крупные страны – США, Россия – характеризуются уменьшением годового прироста до 0,5 %, и этот показатель продолжает падать, а в Европе он близок к нулевому.

В наше время удвоение численности людей на планете происходит за 35 лет, а производство пищи растет на 2,3 % в год и удваивается за 30 лет.

Демографы обычно пользуются общими коэффициентами рождаемости и смертности. Общий коэффициент рождаемости отражает число живорожденных детей на 1000 жителей за год к середине данного года (к 1 июля). Общий коэффициент смертности – число смертей за год на 1000 жителей к середине данного года. В России коэффициент смертности с начала 90-х гг. превышал коэффициент рождаемости. Этот феномен получил название «Российского креста».

Материалы и оборудование: калькулятор, ручка, тетрадь, рулон бумажной ленты, карандаш, ножницы, миллиметровая бумага, линейка.

Ход выполнения работы

Рост народонаселения и суммарный коэффициент рождаемости

1. Отрезки бумажной ленты будут соответствовать ступеням половозрастной пирамиды. Пусть отрезок длиной 1(2) см соответствует 1000 чел. Условимся, что в каждой возрастной группе одинаковое количество мужчин и женщин.

2. Отложите по вертикальной оси возрастную шкалу. Для этого наклейте вертикально полоску ленты. Разметьте на ней возрастные интервалы по 10 лет. Их длина должна соответствовать ширине ленты. Возраст увеличивается снизу вверх: от 0 – 9 лет до 90 – 100 лет.

3. Предположим, что две популяции А и Б, включающие каждая 5 000 чел. возрастом 0 – 9 лет, 4 000 – от 10 до 19 лет и 3 000 – от 20 до 29 лет, заселяют две недавно открытые и пригодные для жизни планеты. С помощью бумажной ленты представьте состав обеих популяций справа и слева от возрастной шкалы.

4. Вам нужно построить кривую роста популяций, учитывая рождение детей, увеличение возраста, смерть от старости. Для этого составьте для каждой популяции следующую таблицу.

Демографические показатели

Го ды	Число ново- рожденных	Число умерших	Естественный при- рост (новорожден- ные минус умершие)	Общая числен- ность (тыс. чело- век)
0				
10				
20 и т.д.				

Предположим, что в каждой популяции продолжительность жизни составляет 60 лет. В популяции А суммарный коэффициент рождаемости составляет 4, а в популяции Б – 2. Допустим, что воспроизводство происходит в возрастной группе 20 – 29 лет. Передвигайте все полоски бумажной ленты на одно деление (интервал в 10 лет) вверх, добавляя снизу новую полоску, обозначающую новорожденных. Имейте в виду, что их число равняется половине количества людей с возрастом 20 – 29 лет (число женщин, способных к деторождению), умноженной на коэффициент рождаемости. Когда полоски пересекают отметку средней продолжительности жизни, их убирают (люди старше 60 лет умирают).

Для каждого 10-летнего интервала занесите соответствующие данные в таблицу. Не забывайте удалять самые верхние полоски (пересекающие линию 60 лет). Сделайте записи для девяти интервалов (периода 90 лет). При построении графика откладывайте по оси абсцисс годы, а по оси ординат – численность людей. Обе кривые представьте на одном графике.

Задание 10. Какие страны имеют опыт проведения кампаний по регулированию деторождения? Как можно оценить этот опыт?

Задание 11. В настоящее время государства осуществляют демографическую политику в зависимости от соответствующей демографической ситуации, как правило, в рамках одного из двух противоположных подходов к проблеме снижения темпов роста населения:

«Лучший контрацептив – развитие», то есть повышение жизненного уровня в сочетании с широким доступом к образованию и использование средств контроля над рождаемостью.

Проведение массовых кампаний по сокращению рождаемости будет предпосылкой развития.

Какой из подходов к решению проблемы снижения темпов роста численности населения кажется вам наиболее приемлемым? Почему?

Какова роль образования в решении проблемы стабилизации численности населения?

Задание 12. Прокомментируйте высказывание Р.Л. Смита «Наши проблемы загрязнения, питания, народонаселения – все являются экологическими».

#### Форма отчетности:

Формой отчетности по практической работе является Отчет, который должен содержать цель работы, расчеты, результаты, выводы.

### Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.

### Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.
- [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
2. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.
3. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
4. [Константинов, В. М.](#) Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.
5. [Еремченко, О. З.](#) Учение о биосфере : учеб. пособие для вузов / О. З. Еремченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2006. - 240 с.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Покажите на графике фазы динамики численности населения:
  - а) экспоненциальный рост населения (черной линией);
  - б) умеренный рост населения (синей линией);
  - в) стабилизация численности населения (красной линией).
2. В соответствии с гипотезой стационарного состояния, разработанной ООН, численность населения мира в середине XXI в. стабилизируется на уровне \_\_\_\_\_ человек:
  - а) 12 млрд, б) 12–17 млрд, в) 5–6 млрд, г) 20–25 млрд.
3. В странах с высокой рождаемостью демографическая проблема усугубляется:
  - а) применением альтернативных источников энергии;
  - б) нехваткой продуктов питания;
  - в) отсутствием промышленных предприятий;
  - г) использованием сельскохозяйственной техники.
4. По данным статистики, почти половина россиян курит, что ухудшает здоровье и значительно сокращает продолжительность их жизни. Как бороться с этой пагубной привычкой? (Подсказка: болезнь легче предупредить, чем лечить. Какие меры по предупреждению курения можно предложить?).
5. На дорогах России гибнет до сорока тысяч людей в год, то есть сто человек в день. Как изменить ситуацию к лучшему?
6. Составьте таблицу, в которой к первой группе стран отнесены те, которые должны использовать стратегии уменьшения численности (I), а ко второй – удерживать сложившиеся параметры численности населения (II) для перехода человечества в состояние устойчивой демографической ситуации:

I. Страны, которые должны использовать стратегии уменьшения численности	II. Страны, которые должны удерживать сложившиеся параметры численности населения

Вы можете привести по 5–10 стран по собственному усмотрению либо воспользоваться приведенным ниже списком:

Ангола, Бразилия, Венгрия, Великобритания, Гана, Дания, Египет, Индия, Индонезия, Конго, Нигерия, Норвегия, Пакистан, Россия, США, Танзания, Чехия.

7. Модифицирующие и регулирующие факторы среды.
8. Факторы, определяющие и ограничивающие рост численности популяции.
9. Сравните рост численности двух популяций:
  - а) прекратится ли когда-нибудь рост популяции А? Через какое время ее численность удвоится?
  - б) удвоится ли численность популяции Б?
  - в) как влияет суммарный коэффициент рождаемости на рост населения?
10. Сравните половозрастные границы двух популяций : а) какова форма пирамиды и кривой роста популяции А? б) какова форма пирамиды и кривой роста популяции Б?
11. Сравните эти половозрастные пирамиды с ситуацией в развитых и развивающихся странах.
12. Рост населения и продолжительность жизни. Повторите работу, добавив полоски еще для трех возрастных групп, чтобы показать увеличение продолжительности жизни до 90 лет. Заполните таблицу и представьте данные графически.
13. Как повлияет на рост двух популяций увеличение пострепродуктивной продолжительности жизни? Будет ли популяция А расти намного быстрее? Будет ли непрерывно расти популяция Б?
14. За счет чего главным образом растет население (увеличение продолжительности жизни или коэффициента рождаемости)?
15. Как влияют на численность населения коэффициенты рождаемости, смертности и миграция?
16. Как влияет на численность населения среднее количество детей у женщин в репродуктивном возрасте?
17. Как влияет на численность населения процентное соотношение мужчин и женщин в каждой возрастной группе?
18. Какие современные методы регулирования численности населения вам известны?
19. Влияет ли проблема продолжительности жизни на проблему перенаселения?
20. Правило конкурентного исключения.

### **Практическая работа №7 Изучение методики подсчета срока истощения невозобновимых ресурсов**

Цель работы: ознакомиться с методикой подсчета времени истощения природного ресурса.

#### Порядок выполнения:

Материалы и оборудование: калькулятор, ручка, тетрадь.

Ресурсы могут быть классифицированы как вечные, возобновимые и невозобновимые.

Вечные ресурсы, такие как солнечная энергия, действительно неисчерпаемы с точки зрения истории человечества.

Возобновимые ресурсы в нормальных условиях восстанавливаются в результате природных процессов. Примерами могут служить деревья в лесах, дикие животные, пресные воды поверхностных водотоков и озер, плодородные почвы и др.

Невозобновимые, или исчерпаемые, ресурсы существуют в ограниченных количествах (запасах) в различных частях земной коры. Примерами являются нефть, уголь, медь, алюминий и др. Они могут быть истощены как потому, что не восполняются в результате природных процессов (медь и алюминий), так и потому, что их запасы восполняются медленнее, чем происходит их потребление (нефть, уголь). Невозобновимые ресурсы считаются экономически истощенными, когда выработаны 80

% их оцененных запасов. По достижении этого предела разведка, добыча и переработка остающихся запасов обходится дороже рыночной цены.

Ход выполнения работы

Оцените срок истощения природного ресурса, если известен уровень добычи ресурса в текущем году, а потребление ресурса в последующие годы будет возрастать с заданной скоростью прироста ежегодного потребления. Исходные данные для выполнения работы представлены в таблице.

Данные для расчета срока истощения ресурса

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ресурс	Ка- мен- ный уголь	При- род- ный газ	Нефть	Fe	P	Cu	Zn	Pb	AlU	
Запас ресурса, Q, млрд т.	6800	280	250	12 тыс.	40	0,6	0,24	0,15	12	300
Добыча ресурса, q, млрд т./год	3,9	1,7	3,5	0,79	0,023	0,008	0,006	0,004	0,016	0,2
Прирост объема потребления ресурса, TR, % в год	2	1,5	2	2,5	1,8	1,7	1,3	2,2	1,6	2

Для расчета воспользуйтесь формулой суммы членов ряда геометрической прогрессии

Расчитайте время истощения приведенных в таблице ресурсов, вставьте данные в виде добавочной строки в таблицу. Сделайте вывод о последовательности прекращения добычи ресурсов.

Форма отчетности:

Формой отчетности по практической работе является Отчет, который должен содержать цель работы, расчеты, результаты, выводы.

Основная литература

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.

Дополнительная литература

1. [Федорова, А. И.](#) Практикум по экологии и охране окружающей среды : учебное пособие для вузов / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. - Москва : Владос, 2001. - 288 с.
- [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
2. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю. Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.
3. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
4. [Константинов, В. М.](#) Охрана природы : учебник / В. М. Константинов. - Москва : Академия, 2000. - 240 с.
5. [Еремченко, О. З.](#) Учение о биосфере : учеб. пособие для вузов / О. З. Еремченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Академия, 2006. - 240 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дайте общую характеристику природным ресурсам.
2. Какое значение для развития цивилизации имеют запасы полезных ископаемых?
3. В чем опасность истощаемости природных ресурсов?
4. Каковы пути сокращения потерь сырья при добыче, обогащении, обработке, транспортировке? Приведите конкретный пример.
5. Рассмотрите карту вашего региона. Установите, какие полезные ископаемые здесь добываются, в чем состоят основные меры по их охране?

### **Практическая работа №8 Международное сотрудничество в решении проблем природопользования.**

**Цель работы:** обсуждение проблемы значимости международного сотрудничества в решении проблем природопользования; умения ориентироваться в принципах, формах и направлениях сотрудничества.

#### **Порядок выполнения:**

Вопросы для обсуждения

1. Основной смысл создания международных организаций, занимающихся изучением окружающей среды и восстановлением природных ресурсов
2. Приведите аргументы в защиту тезиса: «Меры предосторожности, предпринимаемые в целях защиты окружающей среды от вредных последствий интенсивного освоения природы, недостаточны, а для их эффективности часто требуется сотрудничество нескольких государств.
3. По каким принципам осуществляется международное сотрудничество по проблемам природопользования?
4. Какие из регионов мира, на ваш взгляд нуждаются в совместной работе различных стран для решения экологических проблем и почему?
5. Дать характеристику направлений международного сотрудничества по проблемам природопользования, в которых принимает участие Россия.
6. Почему сегодня так актуален девиз: «Мыслить глобально, действовать локально»?

#### **Дискуссия**

Эколог Данило Ж. Маркович пишет: «Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды должно строиться с учетом идеи единства человечества, которое, существуя, должно помнить, что оно плывет во Вселенной на одном маленьком островке (наша Земля и все его потребности можно удовлетворить из материальных запасов, находящихся на этом островке. Поэтому сегодня люди, невзирая на страну и характер социально-экономических отношений, должны знать, какую опасность представляют неконтролируемые поступки для сохранения экологического равновесия как условия существования человека». Почему при всей очевидности этого тезиса на нашей планете существуют международные экологические проблемы? Как их решить?

#### **Форма отчетности:**

Формой отчетности по практической работе является Отчет, который должен содержать цель работы, расчеты, результаты, выводы.

#### **Основная литература**

1. [Емельянов, А. Г.](#) Основы природопользования : учебник для вузов / А. Г. Емельянов. - 4-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2008. - 304 с.
2. [Доценко, А. И.](#) Машины и оборудование природообустройства и охраны окружающей среды города : учеб. пособие для вузов / А. И. Доценко, В. А. Зотов. - Москва : Высшая школа, 2007. - 519 с.
3. [Боголюбов, С. А.](#) Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды [Текст] : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Боголюбов, Е. А. Позднякова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Юрайт, 2016. - 398 с.

#### **Дополнительная литература**

1. [Протасов, В. Ф.](#) Экология, охрана природы. Законы, кодексы, платежи, показатели, нормативы, ГОСТы, Экологическая доктрина, Киотский протокол, термины и понятия, экологическое право : учеб. пособие для вузов / В. Ф. Протасов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Финансы и статистика, 2006.
2. [Белов, С. В.](#) Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) : учебник для бакалавров / С. В. Белов. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 682 с.
3. [Константинов, В. М.](#) Экологические основы природопользования : учеб. пособие / В. М. Константинов, Ю .Б. Челидзе. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Академия, 2006. - 208 с.
4. [Гальперин, М. В.](#) Экологические основы природопользования : учебник / М. В. Гальперин. - Москва : Форум; Инфра-М, 2004. - 256 с.
5. Основы экономики природопользования : учеб. пособие для вузов / Под ред. В. Н. Холиной. - Санкт-Петербург : Питер, 2005. - 672 с.

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Перечислите международные организации, занимающиеся изучением окружающей среды и восстановлением природных ресурсов
2. Виды и способы международного сотрудничества по проблемам природопользования
3. Направления международного сотрудничества по проблемам природопользования, в которых принимает участие Россия.

#### **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к занятиям;
- создания презентационного сопровождения лекционных занятий;
- работы в электронной информационной среде;
- пакет прикладных программ (Microsoft).
- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

#### **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк, ПЗ</i>
<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Лк	Комплексная лаборатория лесного хозяйства, таксации леса и древесиноведения	Интерактивная доска торговой марки Promethean модель Activ Board 587 Pro с настенным креплением и программным обеспечением Promethean Activin-Spire, проектор мультимедийный торговой марки «GASIO»	ЛК № 1.1, 2.1, 3.1, 3.2
ПЗ	Комплексная лаборатория лесного хозяйства, таксации леса и древесиноведения	-	-
ЛР	Комплексная лаборатория лесного хозяйства, таксации леса и	-	-

	древесиноведения		
СР	ЧЗ1	Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-1	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	1. Роль экологии в современном обществе.	1.1. Предмет и задачи экологии	Вопросы к зачету №1-4
			1.2. Организм и факторы среды	Вопросы к зачету №5-7
			1.3. Экология популяций	Вопросы к зачету №8-14
		2. Экосистемы	2.1 Экосистемы	Вопросы к зачету №15-19
		4. Мероприятия по защите окружающей среды. Международное сотрудничество	4.1 Основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в различных отраслях промышленности.	Вопросы к зачету №20-27
			4.2. Инженерные и организационные мероприятия по защите окружающей среды от загрязнения. Очистка промышленных выбросов и сбросов.	Вопросы к зачету №28-32
			4.3. Понятие о правовой охране окружающей среды. Основные природоохранные законы РФ.	Вопросы к зачету №33-46
			4.4. Экономические механизмы защиты природной среды	Вопросы к зачету №47-50
4.5. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды	Вопросы к зачету №51-53			
ОПК-2	понимает роль основных компонентов урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной	2. Экосистемы	2.2 Развитие экосистем. Сукцессии	Вопросы к зачету №54-59
			2.3 Биосфера как глобальная экосистема	Вопросы к зачету №60-61

	архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки	<b>3.</b> Загрязнение окружающей среды	3.1. Загрязнение атмосферного воздуха	Вопросы к зачету №62-74
			3.2. Здоровье человека	Вопросы к зачету №75-78
			3.3. Глобальные экологические проблемы	Вопросы к зачету №79-88
ПК-11	готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в области ландшафтной архитектуры			

## 2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-1	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<p><b>1.</b> Объект изучения экологии как науки.</p> <p><b>2</b> Постоянно меняющиеся естественные условия среды обитания человека и уровень использования обществом природных ресурсов.</p> <p><b>3.</b> Природа – как замкнутая самостоятельная, саморазвивающаяся система, поддерживающая состояние равновесия без вмешательства человека.</p> <p><b>4.</b> Связь экологии с естественными и гуманитарными науками.</p> <p><b>5.</b> Организм и факторы среды</p> <p><b>6.</b> Влажность как экологический фактор адаптации организмов</p> <p><b>7.</b> Температура как основной экологический фактор. Адаптации к низким и высоким температурам.</p> <p><b>8.</b> Экология популяций</p> <p><b>9.</b> Типы взаимоотношений между видами в сообществах.</p> <p><b>10.</b> Разнообразие популяций, их свойства и границы.</p> <p><b>11.</b> Географическая изменчивость популяций и ее адаптивная природа.</p>	1. Роль экологии в современном обществе.

			<p><b>12.</b> Демографическая структура популяций.</p> <p><b>13.</b> Динамика численности в популяциях.</p> <p><b>14.</b> Экологический механизм эволюции организмов.</p>	
			<p><b>15.</b> Пространственная структура экосистем.</p> <p><b>16.</b> Экосистемы Мирового океана.</p> <p><b>17.</b> Экосистемы континентальных вод.</p> <p><b>18.</b> Аридные экосистемы: степи, пустыни, саванны.</p> <p><b>19.</b> Экосистемы умеренных и высоких широт (тайга, тундра)</p>	<b>2.</b> Экосистемы
			<p><b>20.</b> Комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов.</p> <p><b>21.</b> Снижение количества стадий при проведении технологических процессов</p> <p><b>22.</b> Внедрение непрерывных процессов</p> <p><b>23.</b> Автоматизация и компьютеризация производственных процессов.</p> <p><b>24.</b> Интенсификация технологических процессов</p> <p><b>25.</b> Создание комплексных энерготехнологических процессов</p> <p><b>26.</b> Замена первичных материальных и энергетических ресурсов на вторичные.</p> <p><b>27.</b> Основные технические направления разработки и внедрения малоотходных технологий</p> <p><b>28.</b> Мероприятия, направленные на снижение мощности выбросов</p> <p><b>29.</b> Мероприятия, направленные на защиту атмосферы</p> <p><b>30.</b> Мероприятия по нормированию выбросов</p> <p><b>31.</b> Организационные мероприятия по рациональному размещению источников загрязнений, позволяющие снизить степень распространения ЗВ:</p> <p><b>32.</b> Методы очистки сточных вод</p> <p>Предмет права окружающей среды и методы правового регулирования в праве окружающей среды.</p> <p><b>33.</b> Конституционные основы регулирования природопользования и охрана окружающей среды.</p> <p><b>34.</b> Федеративные договоры.</p> <p><b>35.</b> Международные договоры РФ в области природопользования и охраны окружающей среды.</p>	<b>4.</b> Мероприятия по защите окружающей среды. Международное сотрудничество

			<p><b>36.</b> Нормативные правовые акты Президента РФ, Правительства РФ, Федеральных министерств и ведомств в системе источников экологического права.</p> <p><b>37.</b> Нормативные акты субъектов РФ, органов местного самоуправления и локальные акты в области природопользования и охраны окружающей среды.</p> <p><b>38.</b> Планирование и прогнозирование охраны окружающей среды.</p> <p><b>39.</b> Понятие, виды и структура экологических правонарушений.</p> <p><b>40.</b> Пути решения экологических проблем.</p> <p><b>41.</b> Факторы развития международного права окружающей среды.</p> <p><b>42.</b> Правовой режим государственных природных заповедников и заказников.</p> <p><b>43.</b> Правовой режим национальных и природных парков.</p> <p><b>44.</b> Правовой режим памятников природы, дендрологических парков и ботанических садов.</p> <p><b>45.</b> Назначение и правовой режим зеленых зон.</p> <p><b>46.</b> Назначение и правовой режим санитарно-защитных зон.</p> <p><b>47.</b> Как взаимосвязаны экономическая и экосистема?</p> <p><b>48.</b> Экономическая интерпретация концепции устойчивого развития. В чем различие понятий слабой и сильной устойчивости?</p> <p><b>49.</b> Методы экономической оценки природных ресурсов.</p> <p><b>50.</b> Каковы принципы экономической оценки природоохранных проектов? В чём различия анализа финансовых и социальных затрат и выгод природоохранных проектов?</p> <p><b>51.</b> Международное сотрудничество в решении глобальных проблем взаимодействия общества и природы объективная потребность эпохи.</p> <p><b>52.</b> Многообразие организационных форм международного сотрудничества.</p> <p><b>53.</b> Международные соглашения Российской Федерации в области охраны окружающей среды</p>	
	ОПК-2	понимает роль основных	<b>54.</b> Микроорганизмы в агроэкосистемах	<b>2.</b> Экосистемы

2.	компонентов урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки	55. Беспозвоночные животные в агроэкосистемах.	3. Загрязнение окружающей среды
		56. Деструкция в агроэкосистемах; обзор процессов и редуцентов.	
		57. Обзор абиотических факторов, воздействующих на агроэкосистему.	
		58. Сорняки в агроэкосистемах; происхождение, классификация, адаптивные свойства; аллелопатия.	
		59. Луговые пастбища как разновидность агроэкосистемы.	
		60. Биосфера как глобальная экосистема	
		61. Международная сеть биосферных заповедников	
		62. Перечислите основные свойства атмосферы.	
		63. Назовите основные загрязняющие атмосферу вещества и их источники.	
		64. В чем сущность и механизмы проявления «парникового эффекта»?	
		65. Какие газы относятся к «парниковым»?	
		66. Какие факты подтверждают наличие «парникового эффекта»?	
		67. Какие факторы действуют в направлении, противоположном «парниковому эффекту»?	
		68. Назовите основные источники поступления парниковых газов в атмосферу.	
		69. Что является причинами и следствиями изменений в содержании озона?	
		70. Какие атмосферные осадки относят к категории кислых?	
		71. Какие вещества и виды деятельности человека обуславливают основной «кислотный эффект» осадков?	
		72. В чем проявляется действие кислых осадков на воды, почву, растительный покров?	
		73. В каких районах и условиях кислые осадки наиболее вероятны и где наиболее вероятен их отрицательный эффект?	
		74. Перечислите известные вам меры по охране атмосферного воздуха.	
75. Факторы, влияющие на здоровье и продолжительность жизни человека.			
76. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения			

			<p>77. Основные химические примеси, загрязняющие атмосферу</p> <p>78. Общемировые выбросы в атмосферу главных загрязнителей</p> <p>79. Глобальные экологические проблемы</p> <p>80. Загрязнение окружающей среды (почв, атмосферы, гидросферы)</p> <p>81. Органическое ископаемое топливо и альтернативная энергетика.</p> <p>82. «Демографический взрыв» и урбанизация.</p> <p>83. Обзор растительных ресурсов и проблемы их рационального использования.</p> <p>84. Водные ресурсы: обзор мировых запасов, глобальных и региональных проблем использования.</p> <p>85. Ресурсы животного мира, проблемы использования.</p> <p>86. Проблема утраты биоразнообразия.</p> <p>87. Проблемы отходов: технологии обращения и законодательство.</p> <p>88. Климатические и агроклиматические ресурсы.</p>	
3	ПК-11	готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в области ландшафтной архитектуры		

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p><b>Знать</b> (ОПК-1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, термины, законы структурной и функциональной организации экосистем;</li> <li>- современные глобальные и региональные экологические проблемы и причины их возникновения;</li> <li>- роль человека в обеспечении стабильного функционирования популяций, экосистем, биосферы</li> </ul> <p>(ОПК-2):</p>	<b>зачтено</b>	<p>Знает основные понятия, термины, законы структурной и функциональной организации экосистем; современные глобальные и региональные экологические проблемы и причины их возникновения; роль человека в обеспечении стабильного функционирования популяций, экосистем, биосферы; роль основных компонентов урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом</p>

<p>– роль основных компонентов урбозкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки,</p> <p>– принципы взаимодействия живых систем с окружающей средой на уровне особи, популяции и экосистемы при формировании объектов ландшафтной архитектуры;</p> <p>- основные процессы в живых системах, их происхождение, развитие и разнообразие;</p> <p>- ознакомиться с основными глобальными и региональными экологическими проблемами, причинами их возникновения;</p> <p>(ПК-11):</p> <p>- актуальные экологические проблемы при проектировании, строительстве и содержанию объектов ландшафтной архитектуры;</p> <p><b>Уметь</b></p> <p>(ОПК-1):</p> <p>- использовать основные законы экологии в практической деятельности при решении профессиональных задач</p>		<p>техногенной нагрузки; принципы взаимодействия живых систем с окружающей средой на уровне особи, популяции и экосистемы при формировании объектов ландшафтной архитектуры; основные процессы в живых системах, их происхождение, развитие и разнообразие; основные глобальные и региональные экологические проблемы, причины их возникновения;</p> <p>Умеет использовать основные законы экологии в практической деятельности при решении профессиональных задач; выполнять поиск и анализ необходимой научно-технической информации; использовать экологические методы исследования в природных и искусственных экосистемах;</p> <p>Владеет методами проведения экологических исследований; навыками, необходимыми для освоения теоретических основ и методов экологии; навыками определения роли человека в обеспечении стабильного функционирования популяций, экосистем, биосферы; методами определения основных фактологических показателей экологии.</p>
<p>(ОПК-2):</p> <p>- выполнять поиск и анализ необходимой научно-технической информации;</p> <p>- использовать экологические методы исследования в природных и искусственных экосистемах;</p> <p>(ПК-11):</p> <p>– применять отечественный и зарубежный опыт в решении глобальных экологических проблем;</p> <p><b>Владеть</b></p> <p>(ОПК-1):</p> <p>- методами проведения экологических исследований;</p> <p>- навыками, необходимыми для освоения теоретических основ и методов экологии;</p> <p>(ОПК-2):</p> <p>- навыками определения роли человека в обеспечении</p>	<p><b>не зачтено</b></p>	<p>Не освоил содержание дисциплины; основные понятия, термины законы структурной и функциональной организации экосистем; современные глобальные и региональные экологические проблемы и причины их возникновения; не умеет использовать основные законы экологии в практической деятельности при решении профессиональных задач; выполнять поиск и анализ необходимой научно-технической информации.</p>

<p>стабильного функционирования популяций, экосистем, биосферы. – методами определение основных фактологических показателей экологии;</p>		
---	--	--

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Дисциплина Экология и охрана природы направлена на формирование у обучающихся экологического мировоззрения для принятия научно обоснованных решений в природоохранной деятельности при проектировании и создании ландшафтов, изучение основных понятий о взаимодействии живых систем с окружающей средой на уровне особи, популяции и экосистемы, усвоение основных процессов в живых системах, их происхождение, развитие и разнообразие; ознакомление с основными глобальными и региональными экологическими проблемами, причинами их возникновения; получение навыков определения роли человека в обеспечении стабильного функционирования популяций, экосистем, биосферы.

Изучение дисциплины экология и охрана природы предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы;
- практические занятия;
- самостоятельную работу обучающихся – зачет.

В ходе освоения раздела 1 Роль экологии в современном обществе студенты должны уяснить предмет и задачи экологии, организм и факторы среды, экологию популяций.

В ходе освоения раздела 2 Экосистемы студенты должны уяснить понятия экосистем, их развитие, сукцессии, биосферу как глобальную экосистему.

В ходе освоения раздела 3 Загрязнение окружающей среды студенты должны уяснить причины загрязнения атмосферного воздуха, снижения здоровья человека, глобальные экологические проблемы.

В ходе освоения раздела 4 Мероприятия по защите окружающей среды студенты должны уяснить формы международного сотрудничества в направлении охраны природы, основные направления создания малоотходных и ресурсосберегающих технологий в различных отраслях промышленности, инженерные и организационные мероприятия по защите окружающей среды от загрязнения, способы очистки промышленных выбросов и сбросов, понятие правовой охраны окружающей среды, основные природоохранные законы РФ, экономические механизмы защиты природной среды.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на факторы, обуславливающие экологические проблемы, экологические проблемы глобального характера.

Овладение ключевыми понятиями является определяющим в освоении дисциплины.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: 1. Экосистемы; 2. Биосфера; 3. Экология популяций.

В процессе проведения лабораторных и практических работ происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления об экологических проблемах и способах их устранения.

Самостоятельную работу необходимо начинать с повторения лекционного курса, методических рекомендаций лабораторных и практических работ.

В процессе консультации с преподавателем необходимо подготовить максимальное количество вопросов, возникающих в процессе освоения дисциплины.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекционных занятий, лабораторных и практических работ) в сочетании с внеаудиторной работой.

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы дисциплины**

### **Экология и охрана природы**

#### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: формирование у обучающихся экологического мировоззрения для принятия научно обоснованных решений в природоохранной деятельности при проектировании и создании ландшафтов.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучить основные понятия о взаимодействии живых систем с окружающей средой на уровне особи, популяции и экосистемы;
- усвоить основные процессы в живых системах, их происхождение, развитие и разнообразие;
- ознакомиться с основными глобальными и региональными экологическими проблемами, причинами их возникновения;
- получить навыки определения роли человека в обеспечении стабильного функционирования популяций, экосистем, биосферы.

#### **2. Структура дисциплины**

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк-17 час.; ЛР – 17 час.; ПЗ-17 час.; СР-57 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Роль экологии в современном обществе.
- 2 - Экосистемы
- 3 - Загрязнение окружающей среды
- 4- Мероприятия по защите окружающей среды. Международное сотрудничество

#### **3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

ОПК-2 - понимает роль основных компонентов урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки;

ПК-11 - готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в области ландшафтной архитектуры

#### **4. Вид промежуточной аттестации: зачет**

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 20\_\_-20\_\_ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

---

---

---

Протокол заседания кафедры №\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.,  
(разработчик)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.03.10 Ландшафтная архитектура от «11» марта 2015 г. № 194

**для набора 2015 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «13» июля 2015 г. № 475

**для набора 2017 года:** и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017 г. № 125.

**Программу составил:**

Пузанова О.А., доцент, к.с-х.н., доцент \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ВиПЛР

от «25» декабря 2018 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой  
ВиПЛР \_\_\_\_\_

Иванов В.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_

Иванов В.А.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_

Сотник Т.Ф.

Рабочая программа одобрена методической комиссией факультета ЛПФ

от «27» декабря 2018 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета \_\_\_\_\_

Сыромаха С.М.

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник  
учебно-методического управления \_\_\_\_\_

Нежевец Г.П.

Регистрационный № \_\_\_\_\_