

**Методические материалы для обучающихся  
по освоению дисциплины**

**Экология**

наименование дисциплины

Направление подготовки: 19.03.03 Продукты питания животного происхождения  
код и наименование направления подготовки /специальности

Направленность (профиль): «Технологии обработки водных биологических ресурсов на судах и береговых предприятиях»

наименование направленности (профиля) /специализации

Мурманск  
2021

Составитель – Яшкина А.А., ст.преподаватель кафедры техносферной безопасности ФГАОУ ВО «МГТУ»

Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Экология» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры Техносферной безопасности протокол № 11 от 09.06.2021 г.

### Общие положения

Цель методических материалов по освоению дисциплины - обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Освоение дисциплины осуществляется на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Основными видами аудиторной работы по дисциплине являются занятия лекционного и семинарского типа. Конкретные формы аудиторной работы обучающихся представлены в учебном плане образовательной программы и в рабочих программах дисциплин.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины (модуля), ее структурой и содержанием, фондом оценочных средств.

Работая с рабочей программой, необходимо обратить внимание на следующее:

- некоторые разделы или темы дисциплины не разбираются на лекциях, а выносятся на самостоятельное изучение по рекомендуемому перечню основной и дополнительной литературы и учебно-методическим разработкам;

- усвоение теоретических положений, методик, расчетных формул, входящих в самостоятельно изучаемые темы дисциплины, необходимо самостоятельно контролировать с помощью вопросов для самоконтроля;

- содержание тем, вынесенных на самостоятельное изучение, в обязательном порядке входит составной частью в темы текущего контроля и промежуточной аттестации.

Каждая рабочая программа по дисциплине сопровождается методическими материалами по ее освоению.

Отдельные учебно-методические разработки по дисциплине учебные пособия или конспекты лекций, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и решению задач и т.п. размещены в ЭИОС МГТУ.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке МГТУ учебную литературу, необходимую для работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Виды учебной работы, сроки их выполнения, запланированные по дисциплине, а также система оценивания результатов, зафиксированы в технологической карте дисциплины:

**Таблица 1. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – «экзамен») очная форма обучения**

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1.	<b>Посещение лекций (6 лекций)</b>	12	18	14-ая неделя
	Нет посещений – 0 баллов, 1 лекция - 3 балла			
2.	<b>Выполнение практических работ (24 практ.раб.)</b>	48	62	По расписанию
	Выполнение 24 практ.раб. – 62 балла, 12 практ.раб. – 30 баллов. Выполнение 24 практ.работы не в срок – 48 баллов (выполнение фиксируется преподавателем)			
	<b>ИТОГО за работу в семестре</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	15-ая неделя
<b>Промежуточная аттестация «экзамен»</b>				
	<b>Экзамен</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	

	Оценка «5» - 20 баллов Оценка «4» - 15 баллов Оценка «3» - 10 баллов			
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	
	<p><b>Итоговая оценка</b> определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен)</p> <p><b>Шкала баллов для определения итоговой оценки:</b>  91 - 100 баллов - оценка «5»  81-90 баллов - оценка «4»  70- 80 баллов - оценка «3»  69 и менее баллов - оценка «2»</p> <p><b>Итоговая оценка</b> проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося</p>			

**Таблица 2. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – «экзамен») заочная форма обучения**

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1.	<b>Посещение лекций (1 лекция)</b>	10	20	14-ая неделя
	Нет посещений – 0 баллов, 1 лекция - 20 баллов			
2.	<b>Выполнение практических работ (6 практ.раб.)</b>	18	24	По расписанию
	Выполнение 1 практ.раб. – 4 балла (выполнение фиксируется преподавателем), выполнение не в срок – 3 балла.			
3.	<b>Выполнение контрольной работы</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	
	Оценка «5» - 36 баллов Оценка «4» - 34 балла Оценка «3» - 32 балла			
	<b>ИТОГО за работу в семестре</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	15-ая неделя
<b>Промежуточная аттестация «экзамен»</b>				
	<b>Экзамен</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	
	Оценка «5» - 20 баллов Оценка «4» - 15 баллов Оценка «3» - 10 баллов			
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>70</b>	<b>100</b>	
	<p><b>Итоговая оценка</b> определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен)</p> <p><b>Шкала баллов для определения итоговой оценки:</b>  91 - 100 баллов - оценка «5»  81-90 баллов - оценка «4»  70- 80 баллов - оценка «3»  69 и менее баллов - оценка «2»</p>			

	<b>Итоговая оценка</b> проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося
--	---

Работа по изучению дисциплины должна носить систематический характер. Для успешного усвоения теоретического материала по предлагаемой дисциплине необходимо регулярно посещать лекции, активно работать на учебных занятиях, выполнять письменные работы по заданию преподавателя, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание самим обучающимся системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с календарным учебным графиком.

### **1. Методические рекомендации при работе на занятиях лекционного типа**

К занятиям **лекционного типа** относятся лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем.

Лекция представляет собой последовательное изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. Цель лекционного занятия – организация целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению программным материалом учебной дисциплины.

В ряде случаев лекция выполняет функцию основного источника информации, например, при отсутствии учебников и учебных пособий; в случае, когда новые научные данные по той или иной теме не нашли отражения в учебниках; отдельные разделы и темы очень сложные для самостоятельного изучения обучающимися.

В ходе проведения занятий лекционного типа необходимо вести конспектирование излагаемого преподавателем материала.

Наиболее точно и подробно в ходе лекции записываются следующие аспекты: название лекции; план; источники информации по теме; понятия, определения; основные формулы; схемы; принципы; методы; законы; гипотезы; оценки; выводы и практические рекомендации.

Конспект - это не точная запись текста лекции, а запись смысла, сути учебной информации. Конспект пишется для последующего чтения и это значит, что формы записи следует делать такими, чтобы их можно было легко и быстро прочитать спустя некоторое время. Конспект должен облегчать понимание и запоминание учебной информации.

Рекомендуется задавать лектору уточняющие вопросы с целью углубления теоретических положений, разрешения противоречивых ситуаций. При подготовке к занятиям семинарского типа, можно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из изученной литературы, указанной в рабочей программе дисциплины.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

### **2. Методические рекомендации по подготовке и работе на практических занятиях**

**Практическое занятие** - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ. И если на лекции основное внимание студентов сосредоточивается на разъяснении теории конкретной учебной дисциплины, то практические занятия служат для обучения методам ее применения. Главной их целью является усвоение метода использования теории, приобретение практических умений, необходимых для изучения последующих дисциплин.

Подготовку к практическому занятию лучше начинать сразу же после лекции по данной

теме или консультации преподавателя. Необходимо подобрать литературу, которая рекомендована для подготовки к занятию и просмотреть ее. Любая теоретическая проблема должна быть осмыслена студентом с точки зрения ее связи с реальной жизнью и возможностью реализации на практике.

**Целью практических занятий** является закрепление теоретических знаний и навыков самостоятельной работы, полученных в процессе обучения по данной дисциплине.

**Задачи практических занятий:**

1. Выработать навыки по практическому использованию знаний в области охраны труда.
2. Развить у студентов навыки самостоятельной работы с учебником, законодательными, подзаконными и нормативными актами, умение работать в команде.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1**

«Живое вещество»

### **Методические указания**

Семинар проводится в форме "круглого стола". Студенты вместе с преподавателем обсуждают следующие вопросы:

1. Экосистема. Компоненты экосистемы.
2. Автотрофы. Гетеротрофы.
3. Среды жизни.
4. Биосфера – живая оболочка Земли.
5. Функции «живого вещества».

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2**

«Воздействие экологических факторов на живые организмы. Определение зоны оптимума»

Экологическими факторами являются элементы среды, способные оказывать прямое влияние на живые организмы (хотя бы на протяжении одной из фаз их индивидуального развития), или условия среды, на которые организм отвечает приспособительными реакциями.

В основе взаимодействия организмов и окружающей их среды находятся причинно-следственные связи. Организм получает информацию из окружающей среды в виде определенных сигналов, имеющих материальную природу, и реагирует на эти сигналы.

Живой организм в природных условиях одновременно подвергается воздействию биотических и абиотических факторов, требуемых ему в определенных количествах (дозах). Так, растения нуждаются в больших количествах влаги, питательных веществ (азота, фосфора, калия). Требования к другим веществам, например, бору или молибдену, определяются ничтожными количествами. Тем не менее, недостаток или отсутствие любого вещества (как макро - так и микроэлемента) отрицательно сказывается на состоянии организма, даже если все остальные присутствуют в требуемых количествах.

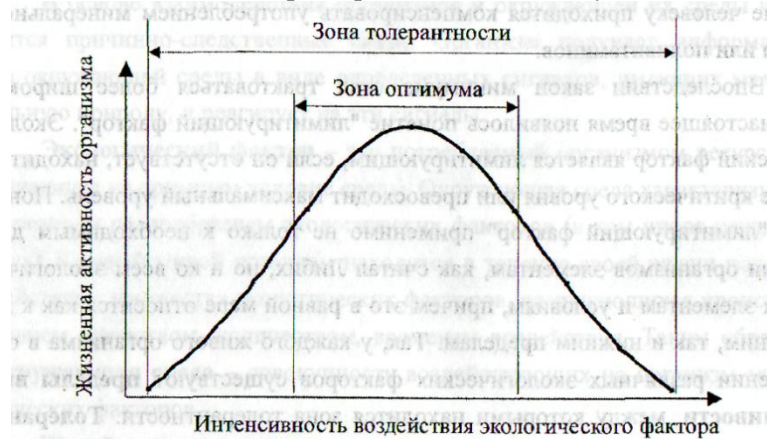
В соответствии с законом минимума, установленным немецким ученым Ю. Либихом, рост растений ограничивается элементом, требуемая концентрация которого минимальна. Ю. Либих определил, что развитие растения или его состояние зависят не от тех химических элементов (или веществ), которые присутствуют в почве в достаточных количествах, а от тех, которых не хватает. Закон минимума формулируется следующим образом: *веществом, присутствующим в минимуме, управляется урожай, определяется его величина и стабильность во времени.*

Впоследствии закон минимума стал трактоваться более широко, и в настоящее время появилось понятие "лимитирующий фактор". Экологический фактор является лимитирующим, если он отсутствует, находится ниже критического уровня или превосходит максимальный уровень. Понятие "лимитирующий фактор" применимо не только к необходимым для жизни организмов элементам, как считал Либих, но и ко всем экологическим элементам и условиям, причем это в равной мере относится как к их верхним, так и нижним пределам. Так, у каждого живого организма в отношении различных

экологических факторов существуют **пределы выносливости**, между которыми находится зона толерантности. **Толерантность** - способность живого организма переносить отклонения экологических факторов от оптимальных значений. Это понятие использовал В. Шелфорд в формулировке закона выносливости (закона толерантности): *любой живой организм имеет определенные, эволюционно унаследованные верхний и нижний пределы устойчивости (толерантности) к воздействию любого экологического фактора.*

Если изобразить графически зависимость жизненной активности организма от интенсивности воздействия одного экологического фактора, то получится кривая, напоминающая кривую нормального распределения Гаусса.

Живые организмы по отношению к воздействию экологических факторов делятся на эврибионтов и стенобионтов. **Эврибионты** имеют широкий диапазон толерантности по отношению к воздействию какого-либо экологического фактора, **стенобионты** - узкий диапазон толерантности.



Зависимость жизненной активности организма от интенсивности воздействия экологического фактора

#### Методические указания.

Практическое занятие по этой теме предусматривает выполнение заданий с целью усвоения студентами основных экологических закономерностей, знакомство и освоение понятийного аппарата данной тематики (экологические факторы, классификация организмов по отношению к факторам, определение зон оптимума).

Для успешного усвоения студентами данной темы предлагаются различные задания, в том числе содержащие графический материал.

#### Задания для выполнения

1. Назовите конкретные факторы среды, которые можно отнести к абиотическим, биотическим или антропогенным. Заполните таблицу:

Факторы среды		
Природные		Антропогенные
Абиотические	Биотические	

2. Соедините стрелками понятия и соответствующие им определения.

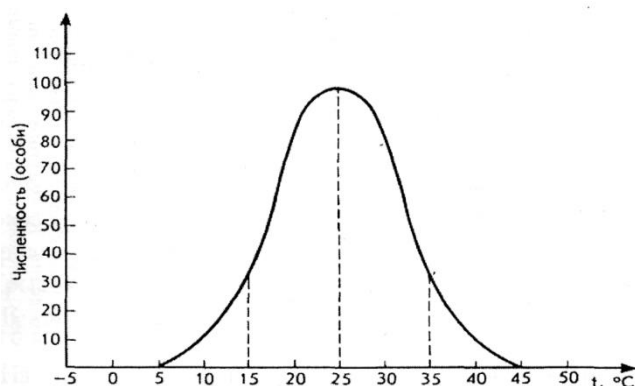
Типы взаимоотношений	Определения
Мутуализм (симбиоз)	Взаимодействие особей двух видов, при котором для одних последствия отрицательны, а для других нейтральны.
Хищничество	Особи одного вида используют остатки пищи особей другого вида.
Паразитизм	Совместное взаимовыгодное сосуществование особей двух или более видов

Комменсализм (нахлебничество)	Особи одного вида предоставляют убежища особям другого вида, и это не приносит хозяину ни вреда, ни пользы.
Комменсализм (квартирантство)	Совместное обитание особей двух видов, непосредственно не взаимодействующих между собой.
Аменсализм	Особи одного или нескольких видов со сходными потребностями сосуществуют при ограниченных ресурсах, что приводит к снижению жизненных показателей взаимодействующих особей.
Конкуренция	Одни организмы получают от других необходимые питательные вещества и место постоянного или временного обитания.
Нейтрализм	Особи одного вида поедают особей другого или того же вида.

3. Взаимодействие двух организмов теоретически можно представить в виде парных комбинаций символов "+", "—" и "0", где "+" обозначает улучшение положения для организмов, "—" — его ухудшение и "0" — отсутствие значимых изменений при взаимодействии. Поставьте напротив предложенных типов биотических взаимодействий соответствующую пару символов.

ХИЩНИЧЕСТВО \_\_\_\_\_  
 СИМБИОЗ \_\_\_\_\_  
 ПАРАЗИТИЗМ \_\_\_\_\_  
 КОНКУРЕНЦИЯ \_\_\_\_\_  
 НЕЙТРАЛИЗМ \_\_\_\_\_  
 НАХЛЕБНИЧЕСТВО \_\_\_\_\_  
 КВАРТИРАНТСТВО \_\_\_\_\_  
 АМЕНСАЛИЗМ \_\_\_\_\_

4. Перед вами график зависимости численности жука семиточечной божьей коровки от температуры окружающей среды.



Укажите:

- температуру, оптимальную для этого насекомого;
- диапазон температуры зоны оптимума;
- диапазон температуры зоны пессимума;
- две критические точки;
- пределы выносливости вида.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 «Экологическая ниша. Индикаторные организмы»

*Экологическая ниша* — это место организма в природе и весь образ его жизнедеятельности или, как говорят, жизненный статус, включающий отношение к факторам среды, видам пищи, времени и способам питания, местам размножения, укрытий и т.д.

Американский эколог Одум образно назвал местообитание "адресом" организма (вида), а экологическую нишу — его "профессией". На одном местообитании живёт, как



правило, большое количество организмов разных видов. Например, смешанный лес – это местообитание для сотен видов растений и животных, но у каждого из них своя и только одна экологическая ниша. Так, сходное местообитание занимают лось и белка. Но ниши их совершенно разные: белка обитает, в основном, в кронах деревьев, питается семенами и плодами, там же размножается и т.п. Весь жизненный цикл лося связан с подпологовым пространством: питание зелёными растениями или их частями, размножение и укрытие в зарослях и т.п.

Если организмы занимают разные экологические ниши, они не вступают в конкурентные отношения, сферы их деятельности и влияния разделены. Отношения – нейтральные.

Вместе с тем, в каждой экосистеме имеются виды, которые претендуют на одну и ту же нишу или её элементы (пищу, укрытия и т.д.). В таком случае неизбежна конкуренция, борьба за обладание нишей.

### Методические указания

**1.** Начертите график областей выживания и оптимума бабочки яблонной плодовой жорки, которая является опасным вредителем садов. На горизонтальной оси отложите значения влажности воздуха в процентах, на вертикальной – температуры в градусах. Используйте приведенные ниже показатели.

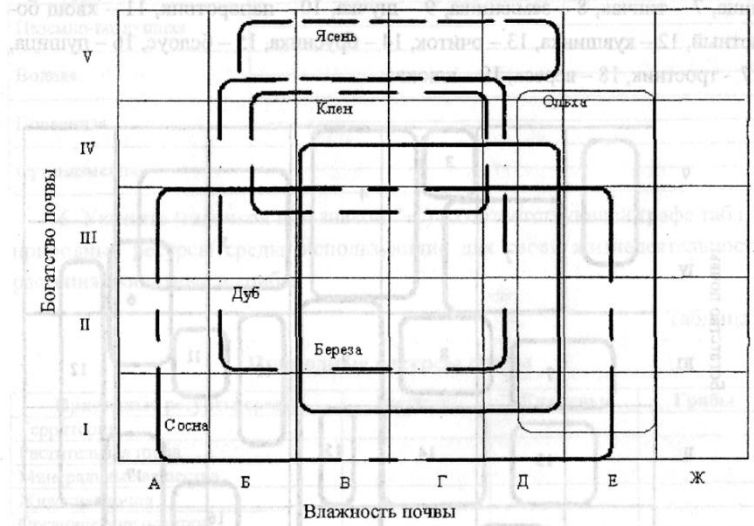
Полная гибель куколок яблонной плодовой жорки наступает при сочетаниях: 10<sup>0</sup>С и 100%; 4<sup>0</sup>С и 80%; 15<sup>0</sup>С и 40%; 28<sup>0</sup>С и 15%; 36<sup>0</sup>С и 55%; 37<sup>0</sup>С и 100% (первая цифра – температура, вторая – влажность воздуха).

Гибель менее 10% при сочетаниях: 20<sup>0</sup>С и 85%; 22<sup>0</sup>С и 95%; 27<sup>0</sup>С и 55%; 26<sup>0</sup>С и 55%; 22<sup>0</sup>С и 70%.

Соедините замкнутой кривой точки для каждого уровня выживания. Рассмотрите полученный график и дайте ответ на вопрос: велика ли опасность размножения этого вредителя: а) в районах с летними температурами 18-25<sup>0</sup>С и влажностью 70-90%, б) в районах с летними температурами 20-35<sup>0</sup>С и влажностью воздуха 20-35%. Указанные параметры воздуха следует нанести на график.

**2.** Микроскопические мучные клещи могут в огромных количествах размножаться в зернохранилищах и приводить зерно в полную негодность. При оптимальных температурах от +20 до +22<sup>0</sup>С развитие яйца длится 3-4 дня, при +10<sup>0</sup>С – растягивается до полутора месяцев. Температур выше +50<sup>0</sup>С клещи не переносят. Они погибают при влажности зерна 10% из-за сухости и выше 70% - из-за развития плесневых грибков. В системе координат «влажность – температура» начертите зону толерантности мучных клещей и предложите способ, как избавиться от клещей и сохранить зерно, не прибегая к ядохимикатам.

**3.** На рисунке изображены элементы экологических ниш деревьев в двухмерном пространстве. На схеме показаны границы толерантности деревьев по отношению к двум факторам: богатству (плодородию) и влажности (увлажненности) почвы. Предполагается, что климатические факторы в данной экологической нише одинаковы для всех деревьев.



Зоны толерантности некоторых видов деревьев

На схеме использованы следующие обозначения:

1) ступеней шкалы богатства (плодородия) почв: I - очень бедные (верховые торфяные болота); II - бедные (сухие луга, сосновые боры); III - небогатые (еловые и смешанные леса, луга); IV - богатые (низинные луга и болота, дубравы); V - очень богатые (степи, полупустыни, пустыни);

2) ступеней шкалы влажности (увлажнения) почв: А - очень сухие почвы, Д - избыточно увлажненные почвы, Б - сухие почвы, Е - обводненные почвы, В - среднеувлажненные почвы, Ж - вода (водная среда), Г - умеренно влажные почвы.

Проанализируйте схему и ответьте на следующие вопросы:

- Какие из этих деревьев можно считать эврибионтами, а какие стенобионтами (по каждому фактору)?
- Какое дерево может служить показателем (индикатором) высокой влажности местообитания, а какое - показателем богатых почв?
- Какие из этих деревьев могут образовывать смешанные насаждения из трех-четырех видов?
- Можно ли сказать, что смешанные насаждения могут быть более точным показателем (индикатором) условий среды, чем каждое дерево в отдельности?

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 «Трофическая структура экосистем»

### Методические указания

1. Вставьте в текст пропущенные слова:

Сообщество организмов разных видов, тесно взаимосвязанных между собой и населяющих более или менее однородный участок, называется \_\_\_\_\_ 1). В его состав входят: растения, животные, \_\_\_\_\_ 2), \_\_\_\_\_ 3). Совокупность организмов и компонентов неживой природы, объединенных круговоротом веществ и потоком энергии в единый природный комплекс, называется \_\_\_\_\_ 4) или \_\_\_\_\_ 5).

2. Заполните пропуски названиями функциональных групп экосистемы и царств живых существ.

Организмы, потребляющие органическое вещество и перерабатывающие его в новые формы, называются \_\_\_\_\_ 1). Они представлены в основном видами, относящимся к \_\_\_\_\_ 2) миру. Организмы, потребляющие органическое вещество и полностью разлагающие его до минеральных соединений, называются \_\_\_\_\_ 3). Они представлены видами, относящимися к \_\_\_\_\_ 4). Организмы, которые потребляют минеральные соединения и, используя внешнюю энергию, синтезируют органические вещества, называются \_\_\_\_\_ 5). Они представлены в основном видами, относящимися к \_\_\_\_\_ 6) миру.

3. Подберите к каждому организму на рисунке 1, к какой функциональной группе (или группам) экосистемы он относится.

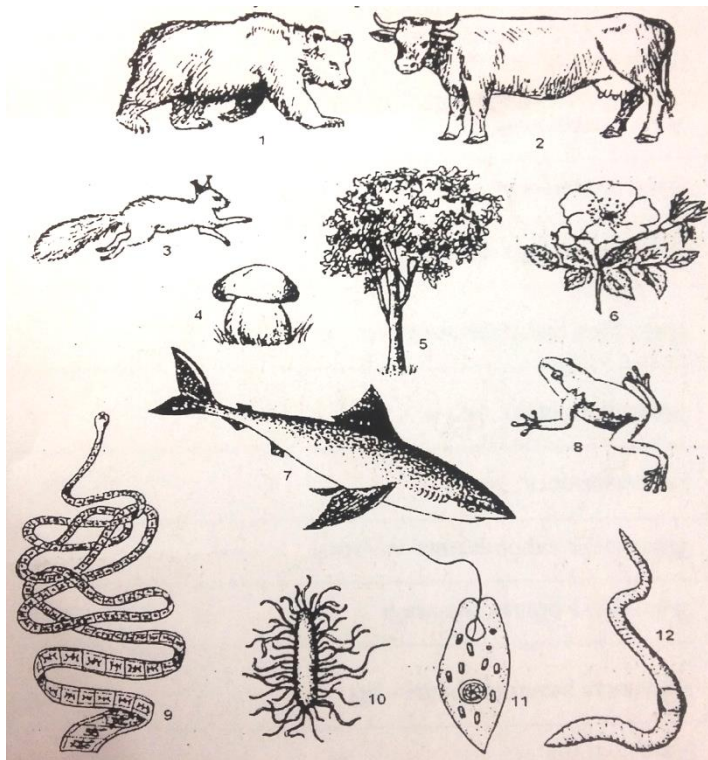


Рисунок 1

4. Покажите стрелками пищевые связи между изображенными на рисунке 2 видами животных и растений биоценоза тундры.

Выпишите (по рисунку) виды, относящиеся к:

- а) продуцентам
- б) консументам первого порядка
- в) консументам второго или третьего порядка

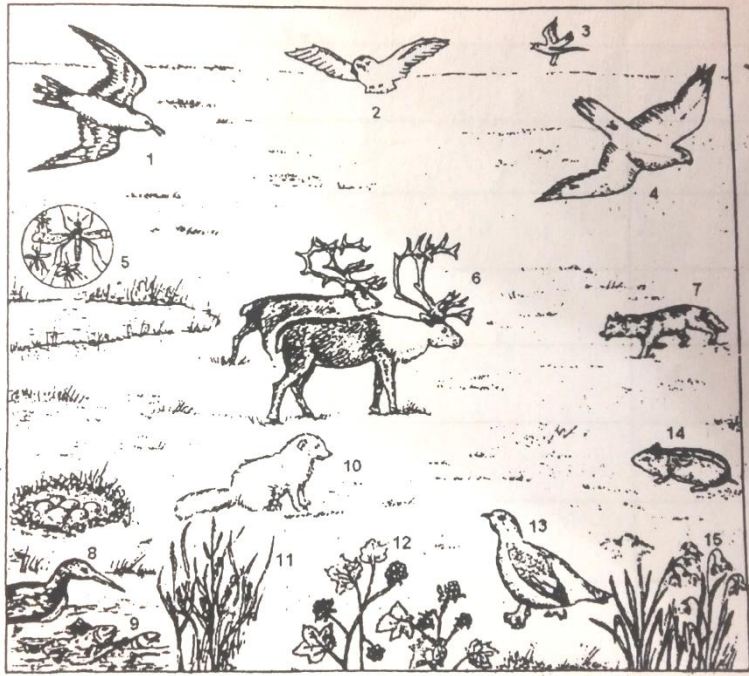


Рисунок 2

5. Выпишите названия животных, которых можно отнести к консументам первого порядка:

Корова, лев, амёба, паук, волк, заяц, мышь, зелёный кузнечик, ястреб, гусь, лисица, щука, антилопа, гадюка, степная черепаха, виноградная улитка, дельфин, колорадский жук, бычий цепень, гусеница капустной белянки, белый медведь, пчела, кровососущий комар, стрекоза, яблонева плодоярка, тля, серая акула.

6. Вставьте пропущенные слова.

Ряды, в которых каждый предыдущий организм служит пищей последующему, называют \_\_\_\_\_ 1). Отдельные звенья цепей питания называют \_\_\_\_\_ 2).

7. Покажите стрелками пищевые связи между изображенными на рисунке 3 видами животных и растений биоценоза степи.

Выпишите (по рисунку) виды, относящиеся к:

а) продуцентам; б) консументам первого и второго порядка.

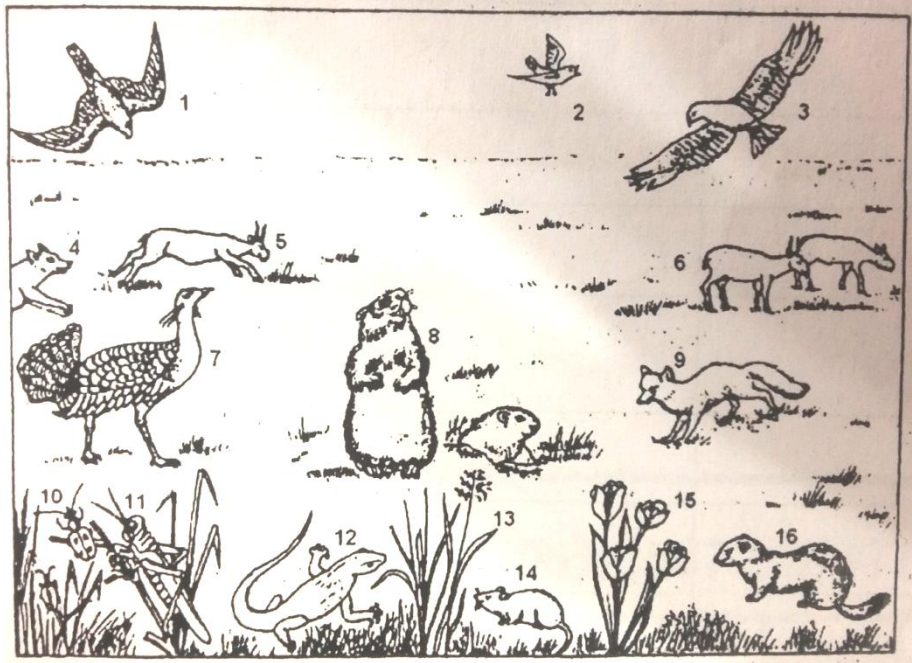


Рисунок 3

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

«Эволюция» - модель взаимодействий в экосистеме»

### Методические указания

В игре «Эволюция» предлагается самим комбинировать различные свойства животных в условиях постоянно меняющегося количества пищевых ресурсов. Регулируя численность, получая новые полезные свойства и противодействуя соперникам, ваши животные должны выжить и к концу игры занять доминирующее положение на столе.

#### Условие победы

Победителем становится игрок, получивший в конце игры наибольшее количество очков. Очки игрок получает за всех своих выживших животных и обретенные ими свойства.


#### Порядок хода

Игра идет по ходам. Ход разделён на четыре фазы:

- фаза развития;
- фаза определения кормовой базы;
- фаза питания;
- фаза вымирания и получение новых карт.

В каждую фазу игроки действуют по очереди, начиная с первого игрока и далее по часовой стрелке. Фаза развития и фаза питания включают в себя несколько раундов: после окончания первого раунда снова действует первый игрок, и так далее. Игрок, который по какой-то причине уже не может действовать в текущую фазу, пропускает свою очередь.

#### Фаза развития

В эту фазу хода игроки могут выкладывать карты из руки на стол. Карты, используемые в игре, имеют с одной стороны изображение животного – , а с другой – описание какого-то свойства. Каждая карта может быть сыграна либо как животное (кладётся на стол изображением вверх), либо как свойство (карта со свойством подкладывается под карту того животного, на которое она сыграна).

#### Фаза определения кормовой базы

В эту фазу определяется, сколько еды будет доступно в текущем ходу

### **Фаза питания**

В эту фазу игроки по очереди берут по одной красной фишке еды из кормовой базы и кладут её на одно из своих животных. Эта фаза также включает в себя несколько раундов. Сначала фишку берёт первый игрок, и далее по часовой стрелке. Затем начинается второй раунд, первый игрок берёт из кормовой базы ещё одну фишку, и т.д. Каждый раз, когда игрок берёт фишку еды из кормовой базы, наступает его фаза питания.

Фаза вымирания и получение новых карт В начале данной фазы все животные игрока, оставшиеся ненакормленными, их свойства, а также относящиеся к ним парные свойства помещаются в снос. Снос каждого игрока кладётся отдельно. Карты в снос кладутся изображением вверх. Игрок может просматривать карты только в своём сносе, но не в сносе у других игроков. Затем каждый игрок должен получить количество карт, равное количеству его выживших животных + 1. Если у игрока не осталось ни одного животного на столе и ни одной карты в руке, он должен получить 6 карт. Карты раздаются с верха колоды по одной, начиная с первого игрока. Если при этом колода закончится, один или несколько игроков получают меньшее число карт.

### **Завершение игры и определение победителя**

Когда карты в колоде закончились, начинается последний ход. После фазы вымирания последнего хода производится подсчёт очков.

Каждый игрок получает:

- 2 очка за каждое своё выжившее животное;
- 1 очко за каждое свойство выживших животных;
- дополнительные очки за те свойства, которые требуют дополнительной еды для прокорма животного: «Хищник» и «Большой» +1 очко; «Паразит» +2 очка.

Если несколько игроков набрали поровну очков, побеждает тот, у кого больше карт в сносе.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6**

«Остров» - имитационная модель экосистемы

### **Методические указания**

Комплект для игрового моделирования простейшей наземной экологической системы из четырех трофических уровней состоит из 36 карт разного достоинства. Одна единица соответствует одному организму.

Играть лучше втроем или вчетвером. Карты раздаются поровну. Задача игроков — первыми «заселить» остров своими картами. Проигрывает последний, оставшийся с любыми картами на руках. Один круг игры равен одному году.

За один ход можно выкладывать карты с организмами только одного уровня в любом количестве, но не больше того, что уже на нем есть (если есть), так как скорость размножения любого вида ограничена. Первые организмы на каждом уровне могут появиться на острове (семена занесены ветром) в любом количестве. Для существования одной особи необходимо иметь на предыдущем уровне не меньше 50% ее кормовой базы. В завершённой пищевой пирамиде (схема 1) кормовая база равна 100%. Мыши и кролики питаются растениями — для каждого животного нужно 5 травянок. Лиса питается мышами и кроликами — каждой лисе нужно по 3 грызуна. Ласка — узкоспециализированный хищник — питается только мышами — каждой ласке нужно по 3 мыши. Беркут в основном охотится на лис и ласок — ему нужно по 2 хищника, однако при избытке мышей и кроликов (свободных от «пресса» лис и ласок) поедает и их — беркуту нужно 5 травоядных. Для существования беркута достаточно иметь также одного хищника и трех травоядных, свободных от «пресса» лис и ласок.

Карта «F» (F — фактор воздействия человека) может быть введена в любой момент игры, но только один раз. Выкладывая по своему усмотрению эту карту на тот или иной уровень, игрок вводит антропогенный фактор: пожар, борьбу с грызунами, охоту. Следующий игрок с этого уровня забирает поло-вину имеющихся на нем организмов (если их число не кратно двум, то округлять в сторону увеличения). По пищевым цепям изменения передаются на более высокие уровни пирамиды и в порядке очередности хода игроки забирают с верхних уровней карты организмов, не обеспеченных кормовой базой. Затем достраивание пирамиды (восстановление экосистемы) продолжается.

Игра завершается в тот момент, когда карты остаются только у одного из игроков.

Освоив игру, попробуйте ставить и решать экспериментальные задачи, на-пример: поведение модели при отсутствии организмов одного вида, при взаимодействии антропогенного фактора на разных уровнях и на разных этапах формирования экосистемы и т.д.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7

«Демографическая структура популяций. Основные закономерности роста популяций»

### Методические указания

В жизни любого живого существа большую роль играют отношения с другими представителями собственного вида. Отношения эти осуществляются в *популяциях*. «Популюс» по-латыни — «народ», и в точном переводе слово «популяция» означает население вида на какой-либо территории. По определению С.С. Шварца, *популяция* — это элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности необозримо длительное время в постоянно меняющихся условиях среды.

Соотношение особей разного пола или разного возраста — показатели *структуры популяции*. Структура — это соотношение частей в любой системе. Популяции можно сравнивать и по распределению особей в пространстве, т. е. по их пространственной структуре, и по другим признакам. Все эти признаки — количественные. Следовательно, популяции характеризуются прежде всего количественными показателями. Ведя наблюдения за отдельными популяциями, необходимо уметь учитывать и рассчитывать, оценивать и прогнозировать их численность.

Описание полового и возрастного состава популяций называют *демографией* («демос» — народ, население, «графо» — пишу, описываю).

Анализ возрастного и полового состава популяций — необходимое условие для прогноза численности тех видов, которые мы используем в дикой природе, разводим или с которыми боремся в сельском и лесном хозяйстве, в рыбном промысле, в биологических технологиях.

Анализ возрастной структуры популяций человека — населения городов, поселков, деревень — крайне необходим, потому что с этим связано планирование строительства школ, детских садов, больниц, домов для престарелых и других социальных учреждений, а также расчет рабочих мест и составление общих перспектив развития данного района.

### Контрольное задание

1. Начертите пирамиды возрастов по приведенным ниже данным. Сравните возрастную структуру популяций трески в Баренцевом море по вылову рыб в конце 1950-х и конце 1980-х гг. Сделайте вывод о состоянии популяции в тот и другой периоды.

Возраст рыб в годах	Улов трески в млн. экземпляров	
	50-е годы	80-е годы



От 3 до 6	42	246
От 6 до 11	179	134
От 11 до 16	37	1
От 16 до 20	2	0

2. На одном из участков растения кормового злака – полевицы тонкой – распределялись по возрастному состоянию следующим образом: проростки – 73, молодые – 9, взрослые плодоносящие – 16, старые – 2. Через четыре года возрастной состав полевицы на этом же участке был соответственно 0, 3, 30, 60. Начертите пирамиды возрастов и сделайте вывод о том, как изменилась популяция за этот период.

3. В нижнем течении реки Лены самки осетра приступают к размножению в 12-14 лет при средней длине тела 70 см. Наиболее старые особи доживают до 50 лет, вес их – около 13 кг. На реке Алдан самки осетра начинают метать икру в 10-12 лет при средней длине тела 58 см. Самым старым особям не более 21 года. Промысловая мера, т.е. минимальный размер особей, разрешенных к отлову, составляет 62 см. Что произойдет с алданской и ленской популяциями осетра через 15 лет, если в результате интенсивной добычи будут вылавливать все особи, крупнее этих размеров?

### Основные закономерности роста популяций

Рассмотрим основные, наиболее часто используемые для описания роста популяций закономерности, каковыми являются гиперболическая, экспоненциальная, j-образная и логистическая (s-образная).

1. **Гиперболический рост.** В этом случае динамика популяции описывается уравнением

$$dn/dt = an^2,$$

и его решение имеет вид

$$1/n = a(t^* - t), \quad (1)$$

или

$$n = 1/a(t^* - t),$$

где  $n$  – численность популяции,

$t^*$  – момент времени, при котором численность популяции становится равной бесконечно большой величине;

$a$  – константа.

Гиперболический рост описывает взрывоподобное увеличение численности народонаселения. Параметры гиперболической кривой и особенно интересная величина  $t^*$  могут быть определены с помощью линейного соотношения (1) по данным о ходе роста численности популяции методом наименьших квадратов или графически.

2. **Экспоненциальный рост.** Уравнение, описывающее изменение численности популяции, в этом случае имеет вид

$$dn/dt = r n,$$

его решение

$$n = n_0 \exp(r n), \quad (2)$$

или

$$\ln n = \ln n_0 + r t, \quad (3)$$

здесь  $r$  – биотический потенциал популяции;  $n_0$  – начальная численность.

Для экспоненциально растущей популяции важной характеристикой является время удвоения её численности –  $T$ .

$$T = \ln 2 / r, \quad (4)$$

С учетом (4) выражение (2) принимает вид

$$n = n_0 \cdot 2^{t/T}. \quad (5)$$

где  $t/T$  – число удвоений численности популяции, произошедшее за время  $t$ .



Параметры экспоненциальной кривой легко определяются с помощью линейного соотношения (3) графически или с помощью метода наименьших квадратов.

Процесс эксплуатации экспоненциально растущей популяции описывается введением в уравнение роста показателя "промысловой смертности" –  $k$ ,

$$\begin{aligned} dn/dt &= (r - k) n; \\ n &= n_0 \exp((r - k) t). \end{aligned} \quad (6)$$

В зависимости от соотношения биотического потенциала и промысловой смертности различают три основных режима эксплуатации популяций: щадящий, стационарный и на уничтожение.

**3. Рост с ограничением или j-образный.** В этом случае уравнение, описывающее рост, имеет следующий вид

$$dn/dt = r (K - n), \quad (7)$$

его решение

$$n = K - (K - n_0) \cdot \exp(-r(t - t_0)),$$

где  $K$  – максимально возможная численность популяции, т.е. емкость среды обитания.

Из последнего выражения легко получить следующее линейное рекуррентное соотношение между соседними значениями численности популяции, отстоящими друг от друга во времени на величину  $dt$

$$n_2 = A n_1 + B, \quad (8)$$

где  $A = \exp(-rdt)$ ,  $B = K(1 - \exp(-rdt))$ .

Отсюда легко определить параметры j-образной кривой

$$r = -\ln A/dt, \quad K = B/(1 - A). \quad (9)$$

Таким образом, биотический потенциал и емкость среды обитания для популяции, растущей по типу роста с ограничением, могут быть определены по данным о её численности в смежные равноотстоящие друг от друга моменты времени.

**4. Логистический, или s-образный рост.** В этом случае уравнение, описывающее рост, имеет вид

$$dn/dt = r n (1 - n/K), \quad (10)$$

его решение

$$n = K / (1 + (K/n_0 - 1) \cdot \exp(-r t)).$$

Из последнего выражения находится аналогичное (8) линейное рекуррентное соотношение, но для величин, обратных численностям популяций в смежные моменты времени

$$1/n_2 = A (1/n_1) + B, \quad (11)$$

где  $A = \exp(-r dt)$ ,  $B = (1 - A)/K$ .

С помощью выражения (11) по данным о численности популяции в смежные равноотстоящие моменты времени могут быть определены её биотический потенциал и ёмкость среды обитания.

Важным вариантом логистического закона роста является тот, в котором явно учитывается зависимость скорости роста популяции от времени

$$dn/dt = (r/t) n (1 - n/K), \quad (12)$$

его решение

$$n = K / (1 + (K/n_0 - 1) \cdot \exp(-r \ln t)).$$

Оценка параметров логистического закона в этом случае может быть осуществлена с помощью соотношения типа (11) или другим специальным методом.

Логистическая кривая типа (12) особенно хорошо пригодна для описания процессов хода роста древостоев по запасу, высоте и диаметру.

#### *Контрольное задание.*

1. По данным о численности мирового народонаселения, приведённым в таблице 1,

построить гиперболическую кривую, описывающую этот рост.

Таблица 1 - Численность мирового народонаселения

Год	До н.э.	1000	1200	1400	1500	1600
Млн. чел.	200	300	350	380	450	480
Год	1700	1800	1850	1900	1910	1920
Млн. чел.	550	880	1200	1600	1700	1840
Год	1930	1940	1950	1960	1970	1980
Млн. чел.	2000	2260	2500	3000	3630	4380
Год	1999	2006				
Млн. чел.	6000	6500				

2. Определить время, за которое потомство одной бактерии, размножающейся делением и весом  $10^{-12}$  г, достигнет веса Земного шара –  $10^{28}$  г, если одно деление происходит с интервалом в 20 мин.

3. Популяция эксплуатируется в режиме на уничтожение. Определить время, за которое численность популяции сократится до 10% от первоначальной (таблица 2)

Таблица 2 – Варианты задания

Варианты	$n_0$	$r$	$k$
1	1000	1,0	1.3
2	860	0,8	1.0
3	10000	1.2	5.6
4	360	0,3	1,2
5	870	0,6	1,5
6	10840	1,3	2,6
7	440	0,1	0,3
8	640	0,7	1,6
9	8460	0,08	0,1
10	760	0,7	1,4

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8

««Всемирное рыболовство» – имитация роста популяций»

### Методические указания

Игра "Всемирное рыболовство" была создана в США Денисом Л. Медоузом, Томасом Фиддаманом и Даяной Шеннон. Описание роли и начальных условий, а также объяснение терминов приводятся в соответствии с русским переводом 1993 г.

#### *Описание роли и начальных условий*

Поздравляем Вас! Вы приняты на службу в руководство крупнейшей рыболовной компании вашей страны! Вместе с вашими коллегами (капитаном и членами правления) Вы будете каждый год в течение десяти лет оперировать рыболовным флотом вашей компании в соответствии с определенной Вами стратегией максимального улучшения ее финансового положения. Ниже приведены сведения, призванные помочь Вам определить путь к процветанию.

**Критерий успеха.** Цель вашей деятельности – скопить максимальное состояние к концу десятилетия. Величина состояния определяется как сумма банковского счета и остаточной стоимости имеющихся судов.

**Ресурсы.** Вы располагаете начальным рыболовным флотом, некоторым количеством денежных средств на банковском счету (обычно равным \$200 x число кораблей) и доступом к двум участкам океана, изобилующим рыбой.

**Решения.** Вы должны будете ежегодно определять размеры вашего рыболовного флота, решая, стоит ли Вам купить дополнительные корабли на аукционе или у других компаний, продать ли часть своих кораблей другим компаниям, заказать ли новые суда на верфи или же оставить ваш флот в прежнем размере. Затем Вам следует решить, каким образом распределить имеющиеся суда между двумя зонами рыболовства и гаванью. Ваши действия будут более успешны, если они будут опираться на продуманную долговременную стратегию. Вам следует наблюдать и за действиями других компаний, внося согласно этим наблюдениям те или иные корректировки в свою стратегию.

**Банковский счет.** Ваш счет в банке может расти за счет доходов от продажи выловленной рыбы или части судов и уменьшаться – за счет расходов на строительство и покупку дополнительных кораблей и содержание рыболовного флота. Кроме того Вы можете получать проценты на ваш счет, либо выплачивать проценты за взятые в банке кредиты.

Размеры вашего состояния определяются как сумма вашего банковского счета и остаточной стоимости ваших кораблей (\$250 за одно судно).

**Доходы.** Вы можете получать доходы за счет:

- ✓ продажи выловленной рыбы по фиксированной цене \$20 за условную штуку;
- ✓ продажи ваших кораблей другим компаниям по договорной цене;
- ✓ получения 10% в год на величину вашего минимального банковского счета, если она больше нуля.

**Расходы.** Вы несете расходы на:

- ✓ покупку судов на аукционе;
- ✓ покупку судов у других компаний по договорной цене;
- ✓ покупку на верфи заказанных вами кораблей по фиксированной цене \$300 за штуку;
- ✓ эксплуатацию и содержание ваших кораблей в каждой из двух рыболовных зон, а также в гавани;
- ✓ выплату 15% за взятые в банке кредиты, если размер вашего минимального банковского счета меньше нуля.

**Банковский процент.** Выплата процентов или их получение определяются минимальной в течение года величиной вашего банковского счета.

Вы можете изменять размеры Вашего флота, покупая корабли на аукционе или у других компаний, продавая их другим компаниям или заказывая новые суда на верфи.

Корабли не могут быть повреждены или потоплены. Бывшие в эксплуатации суда, купленные вами на аукционе или у других компаний, по своим качествам ничуть не уступают построенным на верфи.

**Аукционы.** не исключено, что время от времени какая-нибудь из мелких рыболовных компаний сопредельных стран разорится. В этом случае ее корабли будут в виде одного лота проданы на аукционе той компании, которая предложит за них наивысшую цену. Эти суда могут быть направлены в море уже в текущем году.

Выиграть аукцион может только одна компания. Однако, две компании могут договориться, что та из них, которая победит в аукционе, затем на "бирже кораблей" продаст оговоренную долю кораблей другой компании по определенной (обычно пропорциональной) цене.

**"Биржа кораблей".** На "бирже кораблей" все компании имеют право договариваться между собой о покупке или продаже судов. Компания, купившая корабли, может отправить их в море на промысел уже в текущем году.

Возможна сдача судов в аренду. В этом случае компании заключают между собой джентльменское соглашение, что одна из них продает другой определенное количество судов

за оговоренную цену с условием их обратной покупки на будущий год за оговоренную меньшую сумму (например, \$0).

**Строительство кораблей.** Ежегодно судостроительная верфь собирает заказы на постройку новых кораблей. На построенные суда установлена фиксированная цена, равная \$300 за штуку. Заказанные корабли поступают к рыболовным компаниям лишь в конце года: они могут быть направлены на промысел лишь в следующем году. Деньги верфи перечисляются сразу же по получении заказа на постройку (100%-ная предоплата).

**Сдача судов на металлолом.** В конце десятого года вашей деятельности Вы можете продать ваши корабли на металлолом по фиксированной цене, равной \$250 за штуку. По условиям соглашения с металлургической компанией Вы не можете продавать ваши корабли на металлолом ранее этого срока.

**Зоны рыболовства.** Вы можете ловить рыбу в двух рыболовных зонах: более продуктивной дальней зоне (зоне апвеллинга) и менее продуктивной – ближней. По оценкам ихтиологов, в настоящее время в дальней зоне обитает от 2 000 до 4 000 рыб, в ближней – от 1 000 до 2 000. Ранее рыболовство в этих зонах велось довольно слабо.

Средний годовой улов в дальней зоне равен 25 рыбам на корабль, а в ближней – 15. Однако, в дальней зоне расходы на содержание одного судна равны \$250 в год, тогда как в ближней – всего \$150. В гавани рыбы нет, а содержание в ней судна обходится в \$50 в год. Расходы на содержание кораблей всюду стабильны, тогда как величина улова может меняться.

**Улов.** Величина улова зависит от числа кораблей, их производительности и облавливаемой рыболовной зоны.

Производительность корабля, или число рыб, вылавливаемых им в год, зависит от нормальной продуктивности зоны, в которой ведется рыболовство, плотности рыбы в ней и погоды.

Численность кораблей, ведущих промысел в одной зоне, не оказывает влияния на производительность их лова. Другими словами, скученность кораблей – не есть фактор. Хотя, конечно, если в какой-то зоне будет ловить рыбу много кораблей, рыбное стадо там может несколько уменьшиться, а это уменьшение может отразиться на улове следующего года.

Хорошая погода повышает производительность лова, но не более, чем на 20%, тогда как плохая может на столько же уменьшить ее. В один год погода в разных зонах, как правило, бывает одинаковой.

**Динамика рыбного стада.** Рыбное стадо увеличивается за счет естественной рождаемости и уменьшается за счет вылова и естественной смертности. Плодовитость и сроки жизни особей зависят от плотности рыбы. Эта зависимость прив

*Объяснение терминов, используемых в листах решений*

#### **Годовой отчет.**

**АО:1 Улов в дальней зоне.** Показывает число рыб, выловленных вашими кораблями, посланными в дальнюю зону в прошлом году.

**АО:2 Улов в ближней зоне.** Показывает число рыб, выловленных вашими кораблями, посланными в ближнюю зону в прошлом году.

**АО:3 Цена рыбы.** Цена рыбы фиксирована и равна 20\$ за штуку.

**АО:4 Доход от продажи рыбы.** Образуется от взаимодействия двух факторов: общего улова (АО:1 + АО:2) и цены рыбы (АО:3).

**АО:5 Банковский процент.** Если размер вашего счета в банке в течение года опустится ниже нуля, Вам придется оплачивать 15% за взятые в банке кредиты. Это может случиться даже в том случае, если после продажи рыбы у Вас будет положительный денежный баланс. Если же в течение всего года на вашем счету всегда будут деньги, на их минимальный в течение года размер банк начислит еще 10%, Вы можете самостоятельно рассчитать величину

вашего банковского счета, добавляя к его исходной сумме доходы и вычитая из нее расходы, по схеме, приведенной в описании роли.

АО:6 Начальный счет в банке. В первый год он обычно равен 200\$ на одно судно. В последующем он будет рассчитываться компьютерной программой. В начале каждого цикла удостоверьтесь, что вы взяли из "банка" или вернули в него столько денег, что имеющееся у вас на руках их количество соответствует записи в параграфе АО:6.

АО:7 Флот до аукционов и торговли. В начале года Вы должны иметь на руках столько кораблей, сколько их указано в этом параграфе. Это число равно сумме АО:7 и АО:8 прошлого года.

#### **Решения об аукционе, торговле и заказах.**

АI:1 Корабли, купленные на аукционе. Обычно в этой графе пишется 0, потому что аукционы могут проводиться не каждый год, а побеждает на них только одна команда, назначающая максимальную цену. Если Вы выиграли аукцион, запишите в этой графе число приобретенных на нем кораблей.

АI:2 Деньги, потраченные на аукционе. Если в предыдущей строке у Вас записан 0, то в этой строке тоже должен быть записан 0. Если же ваша компания выиграла аукцион, запишите в этой графе, сколько денег Вы заплатили за приобретенные корабли.

АI:3 Корабли, купленные у других команд. Если вы приобретали корабли у одной или более команд, запишите в этой графе общее число купленных Вами кораблей.

АI:4 Деньги, потраченные на покупки. Если Вы приобретали корабли у одной или более команд, запишите в этой графе общую сумму потраченных на это денег.

АI:5 Корабли, проданные другим компаниям. Если Вы продали часть своих кораблей одной или нескольким командам, запишите в этой графе общее число проданных Вами кораблей.

АI:6 Деньги, вырученные от продаж. Если Вы продали часть своих кораблей одной или нескольким командам, запишите в этой графе сумму вырученных Вами денег.

Имейте в виду, что Вы можете сдавать корабли в аренду, договорившись с какой-либо другой командой о продаже ей в этом году за оговоренную сумму части ваших кораблей, с условием последующего их выкупа Вами (на будущий год) за 0\$. Но при этом будьте внимательны: число кораблей и размеры денежных сумм, указанные в соответствующих графах участников сделки, должны быть равны.

АI:7 Заказы новых кораблей. В этой графе Вы записываете решение Вашей компании о числе кораблей, которое Вы желаете заказать на верфи и получить к началу следующего года. Каждый из них обойдется Вам в 300\$, но, если ко времени расчета у Вас не будет хватать денег на покупку, банк автоматически даст Вам недостающие суммы в долг.

#### **Размещение кораблей.**

АI:8 Флот после аукционов и торговли. В этой графе Вы указываете число кораблей, которые Вы в этом году можете отправить на промысел. Оно подсчитывается следующим образом:  $AI:8 = AO:7 + AI:1 + AI:3 - AI:5$ . На него никак не влияет Ваше последнее решение о заказе новых кораблей на верфи (АI:7). Заказанные на верфи корабли Вы сможете использовать только на будущий год.

АI:9 Корабли, направленные в дальнюю зону. Эксплуатация каждого корабля, направленного в дальнюю зону, обойдется Вам в 250\$ в год. Если эксплуатационные расходы превысят имеющиеся у Вас средства, недостающая сумма будет дана Вам в долг банком. Помните, что в будущем долг придется отдавать с процентами.

АI:10 Корабли, направленные в ближнюю зону. Эксплуатация каждого корабля, направленного в ближнюю зону, обойдется Вам в 150\$ в год. Если эксплуатационные расходы превысят имеющиеся у Вас средства, недостающая сумма будет дана Вам в долг банком. Помните, что в будущем долг придется отдавать с процентами.

AI:11 Корабли, остающиеся в гавани. На содержание в гавани одного корабля требуется 50\$ в год. Если эти расходы превысят имеющиеся у Вас средства, недостающая сумма будет дана Вам в долг банком. Помните, что в будущем долг придется отдавать с процентами.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9**

### **«Оценка качества окружающей среды»**

#### **Методические указания.**

Оценка качества окружающей среды осуществляется дифференцированно по следующим направлениям: качество воздушного бассейна, водного бассейна, почвенного слоя, продуктов питания и др.

Оценка качества *воздушной среды* осуществляется на основе следующих нормативов.

1. Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК<sub>р.з.</sub>), мг/м<sup>3</sup>. При ежедневной восьмичасовой работе (кроме выходных дней) или при другой продолжительности рабочего дня, но не более 41 ч в неделю, эта концентрация в течение всего рабочего дня не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, которые можно обнаружить современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни человека.

2. Предельно допустимая максимальная разовая концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест (ПДК<sub>м.р.</sub>), мг/м<sup>3</sup>. При вдыхании в течение 30 мин эта концентрация не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека (Приложение 1).

3. Предельно допустимая среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест (ПДК<sub>с.с.</sub>), мг/м<sup>3</sup>, которая не должна вызывать отклонений в состоянии здоровья настоящего и последующих поколений при неопределенно долгом (в течение нескольких лет) вдыхании (Приложение 1).

4. Временно допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) загрязняющего вещества в воздухе рабочей зоны (ВДК<sub>р.з.</sub> или ОБУВ<sub>р.з.</sub>), мг/м<sup>3</sup>. Числовые значения этого показателя для различных веществ определяются расчетным путем и действуют в течение двух лет.

5. Временно допустимая концентрация (ориентировочный безопасный уровень воздействия) вредного вещества в атмосфере (ВДК<sub>а.в.</sub>), мг/м<sup>3</sup>, размер которой устанавливается расчетным путем и действует в течение трех лет.

6. Предельно допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу (ПДВ), кг/сут (или г/ч, т/год). Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов в воздухе населенных мест при наиболее неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. Он определяется расчетным путем на пять лет.

7. Временно согласованный выброс (ВСВ), кг/сут (или г/ч, т/год). Срок действия этого норматива не более пяти лет. Он устанавливается в том случае, если по объективным причинам нельзя определить ПДВ для источника выброса в данном населенном пункте.

8. Предельно допустимое количество сжигаемого топлива (ПДТ), т/год. Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов по продуктам сгорания топлива в воздухе населенных мест при неблагоприятных для рассеивания метеорологических условиях. ПДТ устанавливается расчетным путем на срок не более пяти лет.

Оценка качества *водного бассейна* осуществляется с помощью соответствующей системы основных показателей.

1. Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоемов культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения (ПДК<sub>в.</sub>), мг/дм<sup>3</sup>, при которой не должно оказываться прямого или косвенного вредного воздействия на организм человека в

течение всей его жизни, а также на здоровье последующих поколений и не должны ухудшаться гигиенические условия водопользования (Приложение 2).

2. Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоемов, используемых для рыбохозяйственных целей, (ПДК<sub>в.р.</sub>), мг/дм<sup>3</sup>. Величина последней для подавляющего большинства нормируемых веществ всегда значительно меньше ПДК<sub>в.</sub>. Это объясняется тем, что токсические соединения могут накапливаться в организме рыб в весьма значительных количествах без влияния на их жизнедеятельность (Приложение 2).

3. Временно допустимая концентрация (ориентировочно безопасный уровень воздействия) загрязняющих веществ в воде водоемов (ВДК<sub>в</sub> или ОБУВ<sub>в</sub>), мг/дм<sup>3</sup>. Нормативы, определяемые этим показателем, устанавливаются расчетным путем на срок 3 года.

4. Предельно допустимый сброс (ПДС), г/ч (кг/сут, т/год), регламентирующий массу загрязняющего вещества в сточных водах, сбрасываемых в водоем. Применение этого норматива должно обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических норм, установленных для водных объектов. Величина ПДС определяется расчетным путем на период, установленный органами по регулированию использования и охране вод. После этого она подлежит пересмотру в сторону уменьшения вплоть до прекращения сброса загрязняющих веществ в водоемы.

Оценка качества *почвенного слоя* проводится по нормативам, установленным в соответствии со следующими основными показателями.

1. Предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в пахотном слое почвы (ПДК<sub>п</sub>), мг/кг. При этом значении концентрации не должно оказываться прямого или косвенного отрицательного воздействия на контактирующие с почвой воду, воздух и, следовательно, здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы (Приложение 3).

2. Временно допустимая концентрация (ориентировочно допустимая концентрация) вредного вещества в пахотном слое почвы (ВДК<sub>п</sub> или ОБУВ<sub>п</sub>), мг/кг. Устанавливается расчетным путем и действует в течение трех лет.

При оценке *шумового загрязнения* биосферы используются следующие показатели.

1. Предельно допустимый уровень шума, (ПДУШ), дБ(А). Шум с таким уровнем при ежедневном систематическом воздействии в течение многих лет не должен вызывать отклонений в состоянии здоровья человека и мешать его нормальной трудовой деятельности.

2. Допустимый уровень шума (допустимый уровень звукового давления) (ДУШ), дБ(А), при котором длительное систематическое вредное воздействие шума на человека не проявляется или проявляется незначительно.

3. Допустимый уровень ультразвука (ДУУ), дБ. При таком уровне длительное систематическое воздействие на организм человека не проявляется или проявляется незначительно.

4. Предельно допустимый уровень инфразвука (ПДУИ), дБ. Длительное систематическое воздействие инфразвука с таким уровнем на организм человека не должно приводить к отклонениям в состоянии здоровья, обнаруживаемым современными методами исследований, и нарушать нормальную трудовую деятельность.

5. Предельно допустимая шумовая характеристика машин и механизмов (ПДШХ). Этот показатель должен обеспечивать соблюдение санитарно-гигиенических нормативов во всех октавных полосах частот. Его значение определяется по результатам статистической обработки шумовых характеристик однотипных машин и механизмов.

6. Технически достижимая шумовая характеристика машин и механизмов (ТДШХ), применяемая в тех случаях, когда по объективным причинам невозможно установить уровень ПДШХ. При этом ТДШХ вводится на срок, не превышающий срока действия стандарта или технических условий на машину или агрегат каждого конкретного вида.

Оценка *радиоактивного загрязнения* окружающей среды проводится с использованием

показателей трех видов: основного дозового предела, допустимого уровня и контрольного уровня.

К показателям основного дозового предела относятся: предельно допустимая доза радиации за год для работающих с источниками радиоактивного излучения (ПДД). При систематическом равномерном воздействии в течение 50 лет не должны возникать неблагоприятные изменения в состоянии здоровья человека, обнаруживаемые современными методами исследований, в настоящее время и последующие годы; предел дозы радиации за год для населения (ПД), который на практике всегда устанавливается значительно меньше величины ПДД для предотвращения необоснованного облучения людей.

Показатели допустимого уровня:

- предельно допустимое годовое поступление радиоактивных веществ в организм работающих (ПДД), кБк/год, которое в течение 50 лет создает в критическом органе дозу, равную 1 ПДД;

- предел годового поступления радиоактивных веществ в организм человека (ППП), кБк/год, за 70 лет создающий в критическом органе эквивалентную дозу, равную 1 ПД;

- допустимое среднегодовое содержание радиоактивных веществ в организме (критическом органе) (ДС), при котором доза облучения равна ППД или ПД, кБк;

- допустимое загрязнение поверхности (почвы, одежды, транспорта, помещений и т.д.) (ДЗ), частица/(см·мин).

Контрольные показатели устанавливают для планирования мероприятий по защите и для оперативного контроля за радиационной обстановкой в целях предотвращения превышения дозового предела загрязнений. К этим показателям относятся:

- контрольное годовое поступление радиоактивных веществ в организм человека КГП, кБк/год;

- контрольное содержание радиоактивных веществ в организме человека (КС), кБк;

- контрольная концентрация радиоактивного вещества в воздухе или воде, с которыми оно поступает в организм человека, (КК), кБк/м<sup>3</sup>.

- контрольное загрязнение поверхности радиоактивными веществами (КЗ), частица/(см·мин).

Качество окружающей среды оценивается путем сравнения фактической концентрации загрязняющего вещества с предельно-допустимой:

$$C \leq \text{ПДК} \quad (1)$$

Фактическая концентрация (С) того или иного химического вещества в атмосферном воздухе, водоемах, почве и продуктах питания устанавливается лабораторными исследованиями.

В случае, когда химические соединения оказывают однонаправленное воздействие на человека или усугубляют действие друг друга, говорят, что вещества обладают *эффектом суммации*.

При оценке качества окружающей природной среды эффект суммации учитывается следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1 \quad (2)$$

Для атмосферного воздуха вещества, обладающие эффектом суммации, оговариваются дополнительным списком к таблице предельно-допустимых концентраций.

Для воды в водоемах любого назначения эффектом суммации обладают вещества, имеющие одинаковый лимитирующий показатель вредности (ЛПВ).

*Пример 1*



Оценить качество атмосферного воздуха, если известно, что в нем одновременно присутствуют диоксид серы концентрацией  $0,03 \text{ мг/м}^3$ , фтороводород концентрацией  $0,001 \text{ мг/м}^3$ , ацетон концентрацией  $0,3 \text{ мг/м}^3$  и фенол концентрацией  $0,001 \text{ мг/м}^3$ .

Решение. Согласно списку веществ Приложения 1 диоксид серы и фтороводород обладают эффектом суммации, а также ацетон и фенол; диоксид серы и фенол, следовательно, оценку качества надо производить по формуле (52) попарно:

$$\frac{0,03}{0,05} + \frac{0,001}{0,005} = 0,8 \leq 1; \quad \frac{0,03}{0,05} + \frac{0,001}{0,003} = 0,9(3) \leq 1 \quad \text{и} \quad \frac{0,3}{0,35} + \frac{0,001}{0,003} = 1,19 > 1$$

**Вывод:** качество атмосферного воздуха неудовлетворительное и угрожает здоровью человека.

#### Пример 2

Оценить качество воды в водоеме рыбохозяйственного назначения, если известно, что в ней одновременно присутствуют химические соединения в следующих количествах ( $\text{мг/дм}^3$ ): железо –  $0,01 \text{ мг/дм}^3$ ; кобальт –  $0,006 \text{ мг/дм}^3$ ; карбомол –  $0,3 \text{ мг/дм}^3$ ; мышьяк –  $0,005 \text{ мг/дм}^3$ .

Решение. Эффектом суммации обладают вещества, имеющие одинаковый ЛПВ, следовательно, оценить качество необходимо следующим образом.

	$C_{\text{факт}}$	ПДК	ЛПВ
Железо	0,01	0,1	Токс.
Кобальт	0,006	0,01	Токс.
Карбомол	0,3	1,0	Орг.
Мышьяк	0,005	0,05	Токс.

$$\frac{0,01}{0,1} + \frac{0,006}{0,01} + \frac{0,005}{0,05} = 0,8 \leq 1 \quad \text{и} \quad 0,3 < 1,0$$

**Вывод:** качество воды в водоеме рыбохозяйственного назначения удовлетворительное.

#### Пример 3

Оценить качество почвы, если известно, что в ней одновременно присутствуют атразин концентрацией  $0,004 \text{ мг/кг}$ , бетанол концентрацией  $0,03 \text{ мг/кг}$ , линурон концентрацией  $3 \text{ мг/кг}$  и гексахлоран концентрацией  $0,02 \text{ мг/кг}$ .

Решение. Эффект суммации при оценке качества почвы не учитывается, следовательно, оценить качество почвы необходимо, воспользовавшись формулой (51). По Приложению 3 выпишем ПДК указанных веществ:

	Фактическая концентрация	ПДК
Атразин	0,004	0,01
Бетанол	0,03	0,25
Линурон	3	1
Гексахлоран	0,02	0,1

**Вывод:** качество почвы неудовлетворительно и угрожает здоровью человека, т.к. концентрация линурона превышает ПДК.

#### Пример 4

Определите, в водоем какого назначения возможен сброс, если известно, что перед сбросом в водоем смешиваются два потока, объемные расходы которых  $V_1$  и  $V_2$ ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ . Вещества, содержащиеся в потоках, и их концентрации (в  $\text{мг/дм}^3$ ) указаны ниже. Качество воды, сбрасываемой в водоем, должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к качеству воды в соответствующем водоеме.

$V_1 = 20$ ;  $V_2 = 180 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; в первом потоке содержатся: аммиак ( $3 \text{ мг/дм}^3$ ), ацетон ( $2 \text{ мг/дм}^3$ ), бензол ( $3 \text{ мг/дм}^3$ ), во втором – дихлорфенол ( $0,0003 \text{ мг/дм}^3$ ), железо ( $0,05 \text{ мг/дм}^3$ ), кобальт ( $0,03 \text{ мг/дм}^3$ ).

Решение. По условию задачи происходит смешение потоков, следовательно, концентрации всех веществ в общем потоке уменьшаются, а объемный расход увеличивается.

Необходимо сделать пересчет концентраций в новом потоке следующим образом:  $C_i' = \frac{C_i \cdot V_1}{V_1 + V_2}$

- для веществ, содержащихся в первом потоке и  $C_i' = \frac{C_i \cdot V_2}{V_1 + V_2}$  - для веществ, которые

находились во втором потоке. Полученные данные и нормативы, выписанные из Приложения 2, для наглядности запишем в ниже приведенную таблицу.

Вещество	$C_i'$	Водные объекты к/б и х/п назначения		Водные объекты рыбохозяйственного назначения	
		ПДК	ЛПВ	ПДК	ЛПВ
Аммиак	0,3	2	Сан	0,05	Токс.
Ацетон	0,2	2,2	Сан	0,05	Токс.
Бензол	0,3	0,5	Сан-токс	0,5	Токс.
Дихлорфенол	0,00027	0,002	Орг.	0,0001	Токс.
Железо	0,045	0,3	Орг.	0,1	Токс.
Кобальт	0,027	0,1	Сан-токс	0,01	Токс.

Сначала проанализируем полученные данные для водных объектов рыбохозяйственного назначения. Фактическая концентрация дихлорфенола больше ПДК<sub>р/х</sub>, следовательно, сброс полученного после смешения потока невозможен в водные объекты рыбохозяйственного назначения.

Для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения фактические концентрации меньше ПДК, но необходимо учесть еще и эффект суммации.

Аммиак и ацетон:  $\frac{0,3}{2} + \frac{0,2}{2,2} = 0,24$ , бензол и кобальт:  $\frac{0,3}{0,5} + \frac{0,027}{0,1} = 0,87$ , дихлорфенол

и железо:  $\frac{0,00027}{0,002} + \frac{0,045}{0,3} = 0,285$ . Полученные суммы отношений фактических

концентраций к предельно-допустимым меньше единицы, следовательно, возможен сброс в водные объекты культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения.

#### Контрольное задание

1. Оценить качество атмосферного воздуха, если известно, что в нем одновременно присутствуют химические соединения в количествах (мг/м<sup>3</sup>), указанных в таблице.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Озон	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01	0,015
Диоксид азота	0,009	0,01	0,015	0,02	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008
Хлор	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01	0,02
Формальдегид	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-4</sup>	4·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	5·10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>

Вариант	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Циклогексан	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Бензол	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003	0,004	0,001	0,004
Диоксид серы	0,005	0,006	0,02	0,01	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005
СЕРОУГЛЕРОД	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	1·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-4</sup>	4·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>-4</sup>	5·10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup>

Вариант	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Диоксид серы	0,005	0,006	0,04	0,03	0,02	0,01	0,009	0,008	0,007
Диоксид азота	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003	0,004	0,01	0,004
ОКСИД УГЛЕРОДА	1	2	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	1,5	1,6
ФЕНОЛ	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$10^{-4}$

2. Оценить качество воды в водоеме рыбохозяйственного назначения, если известно, что в ней одновременно присутствуют химические соединения в количествах (мг/дм<sup>3</sup>), указанных в таблице.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Аммиак	0,04	0,03	0,02	0,025	0,045	0,013	0,001	0,011	0,038
Бензол	0,3	0,2	0,1	0,09	0,25	0,07	0,06	0,08	0,03
Нефть	0,01	0,02	0,03	0,015	0,025	0,035	0,009	0,008	0,011
Фенол	$1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$

Вариант	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Кобальт	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0,018
Карбофос	0,004	0,03	0,04	0,02	0,01	0,008	0,007	0,006	0,001
Метанол	0,001	0,002	0,003	0,004	0,008	0,009	0,01	0,05	0,04
СВИНЕЦ	0,01	0,02	0,001	0,09	0,02	0,06	0,07	0,08	0,1

Вариант	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Фтор	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009
ЦИАНИДЫ	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
ХРОМ	$10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-4}$
ФЕНОЛ	$9 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$10^{-4}$

3. Оценить качество почвы, если известно, что в ней одновременно присутствуют химические соединения в количествах (мг/кг), указанных в таблице.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бензапирен	0,03	0,01	0,01	0,005	0,007	0,008	0,009	0,004	0,01
Ртуть	2	6,3	2	3,2	1,8	0,6	4,7	6,5	1,3
Свинец	24	37	68	21	18	16	15	14	11
Медь	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	2

Вариант	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Бензин	0,001	0,003	0,005	0,006	0,007	0,01	0,02	0,03	0,04
Ванадий	140	132	18	65	74	152	150	27	46
Мышьяк	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,3	0,6	5,3
МЕДЬ	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	1,6	0,7	2,8	2,9

Вариант	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Свинец	14	11	13	21	27	29	31	32	30
КОБАЛЬТ	1	2	3	4	5	6	7	0,1	0,5
МЕДЬ	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	2,8	0,6
ПХБ	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-3}$

4. Определите, в водоем какого назначения возможен сброс, если известно, что перед сбросом в водоем смешиваются два потока, объемные расходы которых  $V_1$  и  $V_2$ , м<sup>3</sup>/ч. Вещества, содержащиеся в потоках, и их концентрации (в мг/дм<sup>3</sup>) указаны в таблице. Качество воды, сбрасываемой в водоем, должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к качеству воды в соответствующем водоеме.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8
$V_1$ :	60	70	80	90	10	20	30	40
Аммиак	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Ацетон	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-3}$
Бензол	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
$V_2$ :	120	140	20	350	205	100	70	50
Дихлорэтан	0,1	0,4	0,7	0,9	1,2	0,4	1,3	0,6
Железо	0,058	0,04	0,03	0,02	0,01	0,03	0,07	0,08
Кобальт	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	0,3

Вариант	9	10	11	12	13	14	15	16
$V_1$ :	210	320	350	20	80	40	60	20
Нефть	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04	0,05
Никель	0,01	0,01	0,014	0,012	0,011	0,01	0,013	0,009
Пиридин	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,055	0,06	0,065
$V_2$ :	70	30	50	90	40	30	230	310
Нефть	0,02	0,03	0,02	0,04	0,05	0,03	0,06	0,07
Ртуть	0,006	0,007	0,008	0,009	0,04	0,03	0,02	0,01
Свинец	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09

Вариант	17	18	19	20	21	22	23	24
$V_1$ :	50	15	100	110	120	140	20	330
Нитраты	0,18	0,5	0,2	0,2	0,11	0,16	0,2	0,12
Фтор	0,08	0,6	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,04
Хром	0,001	0,01	0,001	0,002	0,003	0,01	0,01	0,002
$V_2$ :	30	165	20	70	30	50	90	50
Цинк	0,2	0,13	0,6	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2
Керосин	0,1	0,12	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1
Метанол	0,15	2,6	0,41	0,32	0,31	0,22	0,13	0,12

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №10

«Материальный баланс веществ при сжигании твердого и жидкого топлива»

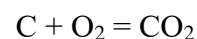
#### Методические указания.

В соответствии с законом сохранения массы суммарная масса всех продуктов сгорания топлива, которые, по сути, являются загрязняющими веществами, равна массе сжигаемого топлива плюс масса расходуемого при сжигании воздуха.

Для расчетов материальных потоков веществ при сжигании органического топлива используются реакции горения основных его компонентов: углерода, водорода и серы.

Реакции горения основных компонентов органического топлива

Реакция горения углерода



Стехиометрическое соотношение по массе	$12 + 32 = 44$
Реакция горения водорода	$1 + 2,67 = 3,67$
Стехиометрическое соотношение по массе	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$
	$4 + 32 = 36$
Реакция горения серы	$1 + 8 = 9$
Стехиометрическое соотношение по массе	$\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$
	$32 + 32 = 64$
	$1 + 1 = 2$

Стехиометрические соотношения по массе в вышеприведенных реакциях справедливы при любых единицах измерения, например, при сжигании 1 грамма, килограмма или тонны углерода расходуется 2,67 грамма, килограмма или тонны кислорода и выделяется 3,67 грамма, килограмма или тонны углекислого газа соответственно. Аналогичный смысл имеют стехиометрические соотношения для других элементов органического топлива, они показывают количества расходуемых и образующихся веществ при горении соответствующего элемента топлива и необходимы для построения материального баланса.

Для дальнейшего анализа материального баланса веществ при сжигании топлива необходимо знать его элементный состав. Он приведен в таблице для основных видов твердого и жидкого топлива.

Элементный состав основных видов органического топлива

Вид топлива	Состав горючей массы, %				
	C	H	O	N	S
Древесина	51	6	42,5	0,5	0
Торф	58	6	33,0	2,5	0,5
Бурый уголь	71	7	20,4	1,0	0,6
Антрацит	90	4	3,2	1,5	1,3
Сланцы	70	8	16,0	1,0	5,0
Мазут	88	10	0,5	0,5	1,0

При известном элементном составе топлива материальный баланс веществ при его сжигании рассчитывается по следующим упрощенным формулам.

1. Массы кислорода и воздуха, необходимые при сжигании топлива ( $M_{\text{O}_2}$  и  $M_{\text{возд}}$ ):

$$M_{\text{O}_2} = M_{\text{топл}} \cdot \left( 2,67 \frac{C}{100} + 8 \frac{H}{100} + \frac{S}{100} - \frac{O}{100} \right); \quad (1)$$

$$M_{\text{возд}} = \frac{M_{\text{O}_2}}{0,2314}, \quad (2)$$

где 0,2314 — доля кислорода в единице массы воздуха.

2. Масса образующихся основных продуктов сгорания:

$$M_{\text{CO}_2} = 3,67 \frac{C}{100} M_{\text{топл}}; \quad (3)$$

$$M_{\text{SO}_2} = 2 \frac{S}{100} M_{\text{топл}}; \quad (4)$$

$$M_{H_2O} = 9 \frac{H}{100} M_{\text{топл.}}; \quad (5)$$

$$M_{N_{2и-др.инерт.газов}} = 0,7686 \cdot M_{\text{возд}} + \frac{N}{100} M_{\text{топл.}}, \quad (6)$$

где 0,7686 — доля азота и других инертных газов в единице массы воздуха.

3. Построение баланса. При правильном расчете количеств участвующих в процессе горения органического топлива веществ должно выполняться следующее балансовое соотношение:

$$M_{\text{топл}} + M_{\text{возд}} = M_{CO_2} + M_{SO_2} + M_{H_2O} + M_{N_{2и-др.инерт.газов}}. \quad (7)$$

Это балансовое соотношение является проверочным при выполнении контрольного задания.

### Контрольное задание

1. Построить материальные балансы веществ при сжигании 1 тыс. т приведенных в таблице 3 видов органического топлива. Полученные данные представить в виде следующей таблицы.

Вид топлива	$M_{\text{топл.}}$ , тыс.т	$M_{\text{кисл.}}$ , тыс.т	$M_{\text{возд.}}$ , тыс.т	$\Sigma M_{\text{вх.}}$ , тыс.т	$M_{\text{угл.г.}}$ , тыс.т	$M_{\text{серн.г.}}$ , тыс.т	$M_{\text{вод.г.}}$ , тыс.т	$M_{\text{аз. и др.}}$ , тыс.т	$\Sigma M_{\text{вых.}}$ , тыс.т
Древесина									
Торф									
Бурый уголь									
Антрацит									
Сланцы									
Мазут									

2. Определить вид топлива, наиболее загрязняющий атмосферу сернистым газом.

3. Определить вид топлива, потребляющий наибольшее количество кислорода при своем сжигании.

4. Определить вид топлива, при сжигании которого выделяется наибольшее количество углекислого газа.

5. Определить количество кислорода, необходимого для сжигания 2,5 тыс. т антрацита.

6. Определить количество углекислого газа, выделяющегося при сжигании 3,4 тыс. т мазута.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11

«Загрязнение окружающей среды. Глобальные экологические проблемы»

### Методические указания.

Семинар проводится в форме "круглого стола". Студенты вместе с преподавателем обсуждают вопросы, касающиеся источников потенциальной опасности для экологической опасности природных экосистем:

1. Определение загрязнения. Основные загрязнители биосферы, их действие на организм человека и окружающую среду.

2. Загрязнения и их классификация. Источник и формы загрязнений.

3. Загрязнения атмосферы. Основные группы загрязняющих веществ, их экологическое действие, источники поступления.

4. Загрязнения гидросферы. Загрязнение рек, озер.

5. Классификация отходов. Методы их переработки.

6. Причины и механизм возникновения парникового эффекта.
7. Причины и механизм возникновения кислотных осадков.
8. Истощение озонового слоя.
9. Проблема роста народонаселения.
10. Проблема нехватки продовольствия.
11. Проблема нехватки пресной воды.
12. Проблема накопления отходов.
13. Проблема уничтожения биоразнообразия.
14. Проблема истощения природных ресурсов.
15. Проблема атомного оружия.
16. Загрязнение Мирового океана.
17. Фотохимический смог.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №12

«Образование оксидов азота при сжигании топлива, загрязнение атмосферы автотранспортом, расчет величины экологической нагрузки от суммы источников»

### Методические указания.

#### 1. Образование оксидов азота при сжигании топлива

Образование оксидов азота – сложный процесс, зависящий от большого количества факторов и протекающий неодинаково при сжигании топлива в различных установках. Так как оксиды азота являются одним из наиболее массовых загрязняющих веществ атмосферы, оценка их количества необходима при решении природоохранных задач. Приблизительная оценка массы оксидов азота, образующихся при сжигании различных видов топлива в разных отраслях промышленности, может быть получена путем умножения массы топлива на коэффициент F, полученный экспериментальным путем,

$$M_{NO_2} = M_{топл} \cdot F, \quad (1)$$

где F – величина, показывающая количество оксидов азота, образующихся при сжигании единицы массы топлива, она различна для разных видов топлива и разных условий его сжигания. Численные значения фактора F приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Оценки эмиссии оксидов азота

Вид топлива	Отрасль промышленности	F-эмиссия оксидов азота, т на 1т топлива
Каменный уголь	Электростанции	0,009
	Промышленность	0,006
	Другие отрасли	0,002
Бурый уголь	Электростанции	0,004
Нефтепродукты	Электростанции	0,012
	Нефтеперегонка	0,008
	Промышленность	0,008
	Другие отрасли	0,006
Газовое/ дизельное топливо	Промышленность	0,008
	Транспорт	0,036
	Другие отрасли	0,004
Моторное топливо	Транспорт	0,025
Природный газ	Электростанции	0,001
	Промышленность	0,0003
	Другие отрасли	0,0002

Таким образом, зная величины коэффициента  $F$  и массу сжигаемого топлива в соответствующей отрасли промышленности, транспорта или коммунального хозяйства, можно рассчитать количество образующихся оксидов азота.

### 2. Загрязнение атмосферного воздуха автотранспортом

Расчет количества загрязняющих веществ, образующихся при работе автотранспорта, осуществляется на основе информации о количестве израсходованного транспортом топлива и количествах образующихся при этом вредных примесей:

$$M_i = M_{\text{топл}} \cdot G_i,$$

где  $M_i$  – количество образующегося при работе транспорта  $i$ -го загрязняющего вещества;  $G_i$  – количество загрязняющего вещества  $i$ , образующегося при сжигании единицы массы топлива транспорта.

Данные об образовании загрязняющих веществ при работе автотранспорта приведены в таблице 6.

Таблица 2 - Количество загрязняющих веществ, образующихся при работе автотранспорта ( $G_i$ , т на 1 т топлива)

Загрязняющее вещество	Вид топлива	
	бензин	дизельное топливо
Оксид углерода (IV)	3,2500	3,1000
Оксид углерода (II)	0,4660	0,0210
Углеводороды	0,0230	0,0040
Оксиды азота	0,0160	0,0180
Диоксид серы	0,0019	0,0078
Сажа (аэрозоль)	0,0010	0,0050
Свинец	0,0005	—

Зная расход топлива, на основе данных таблицы 2 можно рассчитать количество загрязняющих веществ, поступающих при работе автотранспорта в атмосферный воздух.

### 3. Расчет удельной экологической нагрузки от суммы источников

Расчет суммарного количества загрязняющих веществ, образующихся на данной территории от всех источников загрязнения, осуществляется для каждого загрязняющего вещества отдельно, учитывая его образование при сжигании всех видов топлива:

$$\sum M_i = M_{i_1} + M_{i_2} + \dots + M_{i_n},$$

где  $M_i$  - суммарное количество загрязняющего вещества  $i$ , образующегося на данной территории при сжигании  $n$  видов топлива.

Аналогично может быть рассмотрено суммарное количество кислорода, расходуемое на сжигание всех видов топлива на данной территории:

$$\sum M_{O_2} = M_{O_{21}} + M_{O_{22}} + \dots + M_{O_{2n}}.$$

Показателями экологической нагрузки загрязняющих веществ на данной территории являются их удельные величины, приходящиеся на единицу площади и на душу населения в единицу времени (как правило, за один год):

$$\mathcal{E}_i^n = \frac{M_i}{S};$$

$$\mathcal{E}_i^H = \frac{M_i}{H},$$

где  $\mathcal{E}_i^n$  и  $\mathcal{E}_i^H$  – экологические нагрузки  $i$ -того загрязняющего вещества на единицу площади (тыс.т/(год·га)) и душу населения (тыс.т/(год·чел.)) соответственно;

$S$  – площадь рассматриваемой территории, га;

$H$  – численность проживающего на данной территории населения, чел.;



$M_i$  – количество загрязняющего вещества  $i$ , тыс.т /год, образующегося при сжигании всех видов топлива на данной территории в единицу времени.

Аналогично рассчитывается удельный расход кислорода на единицу площади, на душу населения в единицу времени при сжигании всех видов топлива:

$$\mathcal{E}_{O_2}^n = \frac{M_{O_2}}{S},$$

$$\mathcal{E}_{O_2}^n = \frac{M_{O_2}}{H}.$$

Эта величина также характеризует степень антропогенного воздействия промышленности и транспорта на окружающую природную среду.

#### Контрольное задание

1. Пользуясь теоретическими сведениями, приведенными в практических занятиях 5-7, определить суммарные количества  $CO_2$ ,  $SO_2$ ,  $NO_x$ , аэрозолей, углеводородов и свинца, образующихся в городе за один год при сжигании указанных в таблице 7 количеств различных видов топлива. Считать, что уголь и мазут потребляются в энергетике, а природный газ в других отраслях промышленности. Природный газ имеет следующий состав:  $CH_4$  – 10%,  $C_3H_8$  – 30%,  $C_4H_{10}$  – 40%,  $CO_2$  – 20%. Зольность бурового угля – 34 %, зольность мазута – 0,1 %.

2. Определить суммарное количество кислорода, расходуемого за один год при сжигании перечисленных выше количеств и видов топлива. Считать, что при сжигании бензина и дизельного топлива соотношение расхода кислорода к массе топлива равно 4/1.

3. Определить величины экологической нагрузки на территорию города и на душу населения, если его площадь равна  $S$ , а численность населения  $H$  (таблица 3).

Ответы на контрольное задание рекомендуется свести в таблицу 4.

Таблица 3 – Исходные данные для расчета

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бурый уголь, тыс.т/сут	20	21	22	18	17	19	14	15	13	18
Мазут, тыс.т/сут	14	15	16	13	12	11	10	20	18	16
Природный газ, тыс.т/сут	13,5	16	14	10	15	14	13	16	17	18
Бензин, тыс.т/сут	2,5	2,1	2,2	1,4	1,2	2,1	2,8	2,6	2,4	5,2
Дизельное топливо, тыс.т/сут	2,5	2,1	2,8	3,1	2,6	2,4	2,3	2,8	2,7	3,1
$\chi$	0,33	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
$C$	0,9	0,9	0,91	0,92	0,93	0,92	0,9	0,91	0,92	0,91
$S$ , тыс. га	90	98	100	51	52	64	58	68	66	64
$H$ , млн. человек	5	5,1	4,9	4,8	4,7	5	4,7	4,9	4,8	5

Таблица 4 – Расчет удельной экологической нагрузки

	$CO_2$ , тыс.т/год	$SO_2$ , тыс.т/год	$NO_x$ , тыс.т/год	Аэрозоли, тыс.т/год	Углеводороды, тыс.т/год	Свинец, тыс.т/год	$O_2$ , тыс.т/год
Бурый уголь							
Мазут							
Природный газ							
Бензин							
Дизельное топливо							
$\sum M_i$							

Э <sub>i</sub> <sup>п</sup> , т/(год га)							
Э <sub>i</sub> <sup>н</sup> , т/(год чел)							

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №13

«Семинар по теме: «Загрязнение окружающей среды»»

#### Методические указания.

Семинар проводится в форме "круглого стола". Студенты вместе с преподавателем обсуждают вопросы, касающиеся источников потенциальной опасности для экологической опасности (ЭБ) природных экосистем:

1. Определение загрязнения. Основные загрязнители биосферы, их действие на организм человека и окружающую среду.
2. Загрязнения и их классификация. Источник и формы загрязнений.
3. Загрязнения атмосферы. Основные группы загрязняющих веществ, их экологическое действие, источники поступления.
4. Загрязнения гидросферы. Загрязнение рек, озер.
5. Классификация отходов. Методы их переработки.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №14

«Живые организмы как индикаторы загрязнения»

#### Методические указания.

Фитотестирование основано на чувствительности растений к экзогенному химическому воздействию, что отражается на ростовых и морфологических характеристиках.

Для проведения фитотестирования используются контейнеры, представляющие собой боксы для компакт-дисков, которые позволяют проводить фитотестирование в «вертикальном исполнении» (рисунок 1).

Тест-культуры, применяемые для фитотеста:

- 1) овес посевной;
- 2) редис.



Рисунок 1 – Пластиковый контейнер и семена овса и капусты

Почвенные пробы или подготовленный впитывающий материал увлажняются (либо водой, либо почвенными вытяжками). Далее они наносятся на пластину задней части контейнера. Исследуемые семена растений капусты и укропа (по 10 семян) помещаются в подготовленные контейнеры, где находится увлажненная почва, с интервалом в 1 см (рисунок 2).

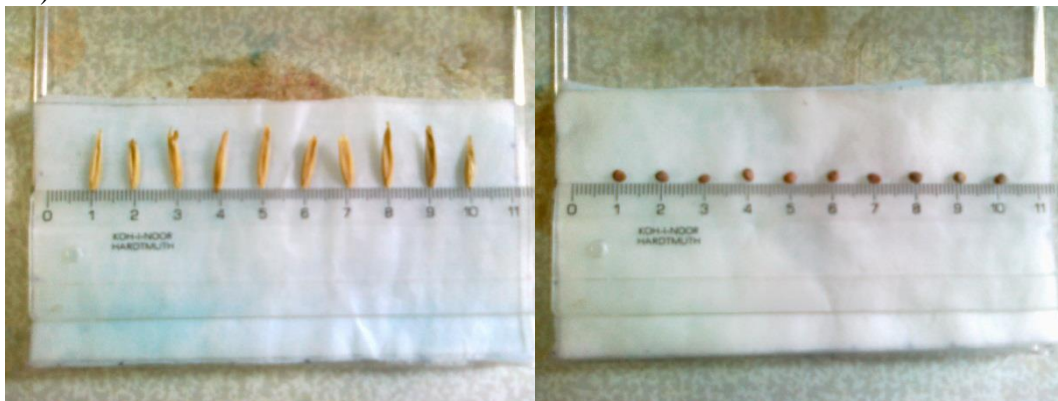


Рисунок 2 – Размещение семян в контейнере (увлажненный впитывающий материал)

Процесс роста тест-культур фиксировался при помощи сканирования контейнеров на МФУ (принтер-сканер-копир). Обработка полученных изображений может происходить при помощи программы AutoCAD (рисунок 3). Либо показания снимаются непосредственным измерением.

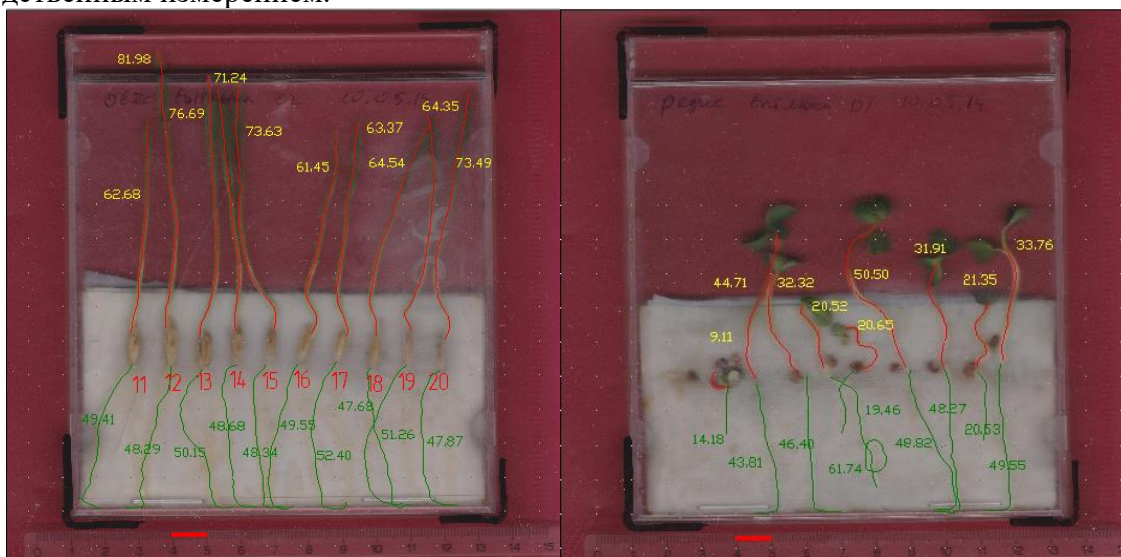


Рисунок 3 – Получение значений длины побегов и длины корней при помощи AutoCAD

В качестве показателей фитотеста принимаются:

- 1) всхожесть семян  $B$ , %;
- 2) высота проростка  $C$ , мм;
- 3) масса проростка  $M$ , г.

Все указанные выше показатели достаточно легко фиксируются в процессе наблюдения за ростом растений. Срок экспозиции составляет 6-14 дней.

Определение фитотоксического эффекта проведено согласно методике путем сопоставления показателей тест-функций ( $M$  и  $C$ ) семян растительных тест-объектов. В качестве контроля была использована почва лесная.

Величина эффекта торможения определялась по формуле

$$E_{TC} = \frac{C_K - C_{Op}}{C_K} \cdot 100\%,$$

где  $E_{TC}$  – эффект торможения, %;

$C_{Op}$  – средняя длина проростков в опыте, мм;

$C_K$  – средняя длина проростков в контроле, мм.

$$E_{TC} = \frac{M_K - M_{Op}}{M_K} \cdot 100\%,$$

где  $E_{TC}$  – эффект торможения, %;

$M_{Op}$  – средняя масса проростков в опыте, г;

$M_K$  – средняя масса проростков в контроле, г.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №15

«Семинар по теме: «Глобальные экологические проблемы»»

#### Методические указания.

Семинар проводится в форме "круглого стола". Студенты вместе с преподавателем обсуждают вопросы, касающиеся источников потенциальной опасности для экологической опасности (ЭБ) природных экосистем:

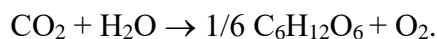
1. Причины и механизм возникновения парникового эффекта.
2. Причины и механизм возникновения кислотных осадков.
3. Истощение озонового слоя.
4. Проблема роста народонаселения.
5. Проблема нехватки продовольствия.
6. Проблема нехватки пресной воды.
7. Проблема накопления отходов.
8. Проблема уничтожения биоразнообразия.
9. Проблема истощения природных ресурсов.
10. Проблема атомного оружия.
11. Загрязнение Мирового океана.
12. Фотохимический смог.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №16

«Материальные потоки веществ в лесных экосистемах»

#### Методические указания.

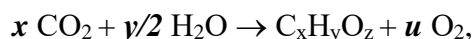
Важнейший материально-энергетический процесс в лесных экосистемах – фотосинтез, в результате его действия образуются органические вещества из минеральных компонентов и в этом веществе фиксируется энергия солнца. В процессе фотосинтеза тесно взаимодействуют различные составные части экосистемы: атмосфера, почва и собственно древесные растения, все эти части связаны потоками веществ, которые наглядно представлены в суммарном упрощенном уравнении фотосинтеза:



Углекислый газ поступает в растения из атмосферы, вода из почвы, органическое вещество накапливается в самих растениях и свободный кислород выделяется в атмосферу.

Через процесс фотосинтеза осуществляется одна из важнейших экологических функций лесов - газовая, в результате осуществления которой из атмосферы выводится углекислый газ и поступает кислород. Важно уметь количественно оценивать такое воздействие лесов на окружающую среду. Расчеты количеств потребляемых и выделяемых при фотосинтезе

веществ можно выполнить по его суммарному уравнению, описывающему процесс создания вещества древесины и, поэтому, отличающемуся от приведенного выше, где описан процесс синтеза глюкозы. Так как химический состав вещества древесины разных пород различен, то с целью получения формул, пригодных во всех случаях, рассмотрим уравнение фотосинтеза в следующем общем виде:



где коэффициенты уравнения  $x$ ,  $y$ ,  $z$  определяются химическим составом вещества древесины соответствующей породы, а коэффициент  $u$  определяется через  $x$ ,  $y$ ,  $z$  из уравнения баланса числа атомов кислорода:

$$2x + y/2 = z + 2u,$$

откуда

$$u = x + y/4 - z/2$$

Элементный состав древесины трех основных лесобразующих пород приведен в таблице.

Порода	С	Н	О	Н+зольные элементы
Ель	50,5	6,2	43,1	0,2
Сосна	49,6	6,4	43,8	0,2
Береза	50,6	6,2	42,1	1,1

Зная химический состав древесины, коэффициенты уравнений фотосинтеза  $x$ ,  $y$ ,  $z$  рассчитываются по следующей формуле

$$\text{Коэффициент}^\circ \text{уравнения} = \frac{\text{Процентное}^\circ \text{содержание}^\circ \text{элемента, при}^\circ \text{котором}^\circ \text{стоит}^\circ \text{коэффициент}}{\text{Атомная}^\circ \text{масса}^\circ \text{элемента}}$$

Коэффициент  $u$  рассчитывается на основе значений  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

Теперь, если известно количество вещества древесины, созданного в лесу, количества поглощенных при этом углекислого газа и воды и выделившегося кислорода рассчитывают по следующим формулам:

$$M_{\text{CO}_2} = \frac{x}{100} \cdot M_r(\text{CO}_2) \cdot M_{\text{древесины}};$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{y}{2 \cdot 100} \cdot M_r(\text{H}_2\text{O}) \cdot M_{\text{древесины}};$$

$$M_{\text{O}_2} = \frac{u}{100} \cdot M_r(\text{O}_2) \cdot M_{\text{древесины}},$$

где  $M_r$  - молекулярная масса веществ.

В справочной литературе данные о запасах древесины разных пород даются в кубических метрах, а нам при расчетах по уравнению фотосинтеза необходимо знать массу создаваемой древесины в абсолютно сухом весе. Пересчет объемов древесины на абсолютно сухой вес производится по следующей формуле

$$M_{\text{древесины}} = \rho \cdot V,$$

где  $V$  - объем древесины, м<sup>3</sup> (или м<sup>3</sup>/га год);  $\rho$  - базисная плотность абсолютно сухого вещества древесины (для ели - 360, сосны - 400, березы - 500 кг/м<sup>3</sup>).

#### Контрольное задание

1. Определите потребление CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O и выделение O<sub>2</sub> в древостоях при создании годового прироста древесины, различного у разных пород в разном возрасте. Величины годового прироста приведены в таблице.

Текущий годовой прирост в древостоях основных лесообразующих пород, м<sup>3</sup>/(га год)

Порода	Текущий годовой прирост (В) в возрасте		
	30 лет	80 лет	140 лет
Ель	6,2	8,2	2,1
Сосна	6,0	7,2	2,0
Береза	4,7	6,3	2,3

Ответы занести в таблицу

	x	y	z	и	Древесины			CO <sub>2</sub>			H <sub>2</sub> O			O <sub>2</sub>			
					30 лет	80 лет	140 лет	30 лет	80 лет	140 лет	30 лет	80 лет	140 лет	30 лет	80 лет	140 лет	
Ель																	
Сосна																	
Береза																	

2. Определите наиболее производительную по выделению кислорода породу деревьев и его возраст, в котором это происходит.

3. Какое количество древесины на 1 га в еловом лесу должно быть создано, чтобы при этом было поглощено 3 т углекислого газа?

4. Какое количество древесины на 1га в сосновом лесу должно быть создано, чтобы при этом было выделено 3 т кислорода?

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №17 «Расчет сбалансированного техноценоза»

#### Методические указания.

*Технобиоценозом* называется совокупность функционирующих на одной территории всех без исключения объектов техники и естественных экосистем, важнейшими из которых являются лесные. Воздействие хозяйственной деятельности и лесов на окружающую среду и, прежде всего, на атмосферу во многом противоположно. Объекты техники представляют собой как бы дополнительный гетеротрофный компонент в общей экосистеме, в результате их функционирования органическое вещество (прежде всего топливо органического происхождения) минерализуется - сжигается, при этом потребляется кислород и выделяется углекислый газ и другие вредные примеси (без учета процессов дыхания). В лесных экосистемах потоки углекислого газа и кислорода имеют противоположное направление: кислород выделяется, а углекислый газ поглощается.

Из схемы ясно, что если в технобиоценозе основные газовые потоки не сбалансированы, то такой технобиоценоз представляет опасность для биосферы Земли. В результате его функционирования будет происходить изменение газового состава атмосферы со всеми вытекающими отсюда глобальными последствиями, включая глобальное потепление. Наоборот, если основные потоки веществ сбалансированы, то такой технобиоценоз может существовать долговременно, без разрушения окружающей среды или каких-либо других неблагоприятных последствий.

Таким образом видно, что в составе технобиоценоза две его составные части (объекты техники и естественные экосистемы) должны находиться в известном закономерном количественном соотношении друг с другом для того, чтобы обеспечивать его стабильное существование. Процессы синтеза органического вещества в технобиоценозах должны быть

достаточны по мощности, чтобы поглотить весь выделившийся при сжигании топлива антропогенный углекислый газ и произвести необходимое количество кислорода.

Масса органического вещества, которая должна быть создана для того баланса, может быть рассчитана по следующим формулам

$$M_{\text{орг.в-ва для поглощения } CO_2} = \frac{M_{CO_2}}{0,44x},$$

$$M_{\text{орг.в-ва для выделения } O_2} = \frac{M_{O_2}}{0,32u},$$

где  $x$  и  $u$  - коэффициенты уравнения фотосинтеза для различных видов древесных растений с разным элементным составом;  $M_{CO_2}$  и  $M_{O_2}$  - суммарные количества антропогенных выделяемого  $CO_2$  и поглощаемого  $O_2$ .

Синтезируемая в естественных экосистемах продукция органического вещества имеет сложную видовую и фракционную структуру. Пусть  $a_{ij}$  - доля  $i$ -й фракции в приросте биомассы  $j$ -го вида,  $b_j$  - доля вида  $j$  в приросте растительной биомассы, тогда расчетные формулы принимают следующий вид:

$$M_{CO_2} = 0,44 \sum_j \sum_i x_{ji} a_{ji} b_j M_{\text{орг.в-ва}},$$

$$M_{O_2} = 0,32 \sum_j \sum_i u_{ji} a_{ji} b_j M_{\text{орг.в-ва}},$$

где  $x_{ji}$  и  $u_{ji}$  - коэффициенты уравнения фотосинтеза соответствующих фракций продукции органического вещества соответствующих видов, различающихся своим химическим составом.

Определение точного фракционного состава продукции растительности, входящей в состав урбанизированного ландшафта, представляет собой достаточно сложную задачу, которая может быть решена с помощью проведения специальных исследований. Однако, в первом приближении, учитывая тот факт, что лесные экосистемы являются высокопродуктивными, можно при расчетах размеров естественных компонент технобиоценозов взять за основу прирост древесины основных лесообразующих пород. В пользу такого выбора можно привести еще и следующий аргумент: в приросте древесины  $CO_2$  связывается надолго в отличие от некоторых других фракций растительности, например, листьев. Для газового баланса экосистемы за определенный интервал времени представляют интерес только те фракции продукции органического вещества растительности, которые существуют дольше данного интервала времени. Иными словами, для наших целей важен чистый прирост массы органического вещества экосистемы. В условиях лесных экосистем его значительную часть составляет прирост древесины доминирующих пород.

Из двух величин массы вещества древесины, синтез которых обеспечивает балансы углекислоты и кислорода в технобиоценозе, для дальнейшего анализа нужно выбрать наибольшую, как обеспечивающую оба газовых баланса одновременно:

$$M_{\text{орг.в-ва}} = \max(M_{\text{в-ва для погл. } CO_2}; M_{\text{в-ва для выдел. } O_2})$$

Для дальнейшего анализа необходимо пересчитать величины абсолютно сухой массы вещества древесины, обеспечивающей баланс в технобиоценозе, в ее объем

$$V = \frac{M_{\text{орг.в-ва}}}{\rho},$$

где  $\rho$  - базисная плотность вещества древесины соответствующей породы, указанная в пояснении к формуле (41).

На основе величины  $V$ , м<sup>3</sup>/год, и среднего годового прироста древесины на одном гектаре  $B$  (м<sup>3</sup>/(га·год)) рассчитывается необходимая для баланса в технобиоценозе площадь лесов

$$S=V/B.$$

Площадь лесов заданного сложного породного, возрастного состава и продуктивности, обеспечивающая синтез нужных количеств органического вещества древесины, может быть рассчитана по следующей формуле

$$S = \sum_j (b_j \cdot M_{орг.в-ва}) / (P_j \cdot z_j),$$

где  $P_j$  - базисная плотность древесины породы  $j$ , т/год абсолютно сухого вещества;  $z_j$  - текущий прирост, м<sup>3</sup>/га в год;  $M_{орг.в-ва}$  - масса органического вещества, обеспечивающая баланс в технобиоценозе.

Показателем степени урбанизации рассматриваемой территории является следующий коэффициент:

$$K=S/S_{\text{города}},$$

Этот коэффициент показывает число гектаров лесов, необходимых для компенсации антропогенного влияния на биосферу одного гектара рассматриваемой городской территории.

#### *Контрольное задание.*

1. На основе данных о суммарном выделении углекислого газа и поглощении кислорода на территории крупного города, полученных на практическом занятии 7 (таблица 8), рассчитайте параметры сбалансированного технобиоценоза:  $V$ ,  $S$ ,  $K$ , считая, что естественную часть технобиоценоза составляют спелые еловые древостои в возрасте 80 лет.

2. Определите количество углекислого газа, образующегося при сжигании 3 млн. т природного газа составом: метан – 93 %, углекислый газ – 7%. Рассчитайте площадь спелых сосняков в возрасте 80 лет, необходимую для поглощения такого количества углекислого газа за 1 год.

3. Определите количество кислорода, расходуемого на сжигание 2 млн. т каменного угля с элементным составом: С – 80 %, Н – 6%, О – 12%, N – 1,5%, S – 0,5%. Рассчитайте площадь древостоев березы в возрасте 80 лет, необходимую для выделения такого количества кислорода.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №18**

### **«Определение БПК сточных вод»**

#### **Методические указания.**

Метод используется для определения растворенного кислорода и расчета БПК в поверхностных и нормативно-очищенных водах.

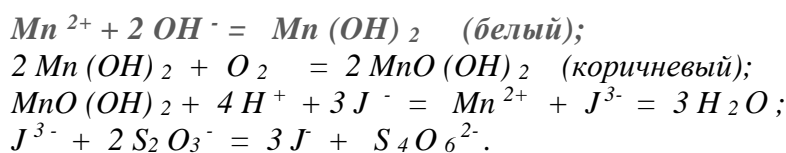
Растворенный кислород в поверхностных водах находится в виде молекул  $O_2$ . Растворимость его растет с понижением температуры, ростом минерализации и повышением давления.

#### ***Принцип метода.***

Определение кислорода основано на реакции растворенного кислорода с гидроксидом марганца (II) в щелочной среде. Гидроксид марганца, количественно связывая растворенный в воде кислород, переходит в нерастворимое соединение четырехвалентного марганца коричневого цвета.



При подкислении раствора в присутствии избытка йодида калия образуется йод, количество которого эквивалентно содержанию растворенного кислорода и учитывается титрованием раствором тиосульфата:



*Оборудование:* Весы аналитические, штатив для титрования.

*Химическая посуда:* Пипетки вместимостью 10 см<sup>3</sup>, колбы мерные вместимостью 100, 500, 1000 см<sup>3</sup>, цилиндры мерные вместимостью 10, 50, 100, 500 см<sup>3</sup>, бюретки вместимостью 25 см<sup>3</sup>, кислородные склянки вместимостью 100 – 200 см<sup>3</sup> с притертыми пробками точно определенного объема.

*Определение точного объема кислородных склянок (калибрование).*

Чтобы определить объем склянки для фиксации кислорода, ее моют, высушивают, взвешивают вместе с пробкой на технических весах с точностью до 0,01 г. Затем наполняют склянку дистиллированной водой до краев и закрывают стеклянной пробкой так, чтобы под пробкой не оставалось пузырьков воздуха. Обтирают склянку досуха и снова взвешивают с точностью до 0,01 г. Разность масс дает массу воды в объеме склянки, которую для перевода на объем следует разделить при температуре воды 15 °С на 0,998, при 20 °С – на 0,997 и при 25 °С на 0,998.

*Определение точной концентрации стандартного раствора тиосульфата натрия.*

В колбу для титрования вносят 80 - 90 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, 10 см<sup>3</sup> стандартного раствора бихромата калия, добавляют 1 г сухого KI и 10 см<sup>3</sup> раствора серной кислоты. Раствор перемешивают, выдерживают 5 мин в темном месте и титруют пробу раствором тиосульфата натрия до появления слабо желтой окраски. Затем добавляют 1 см<sup>3</sup> раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски. Повторяют титрование и, если расхождение между величинами объёмов титранта не более 0,05 см<sup>3</sup>.

Точную концентрацию раствора тиосульфата натрия находят по формуле:

$$C_m = \frac{C_d \cdot V_d}{V_m},$$

где  $C_m$  – концентрация раствора тиосульфата натрия, моль/дм<sup>3</sup> эквивалента;  $C_d$  – концентрация раствора бихромата калия, моль/дм<sup>3</sup> эквивалента;  $V_m$  – объем раствора тиосульфата натрия, пошедший на титрование, см<sup>3</sup>;

$V_d$  – объем раствора бихромата калия, взятый для титрования, см<sup>3</sup>.

*Порядок проведения работы.*

Перед отбором пробы для определения растворенного кислорода кислородную склянку предварительно ополаскивают и затем наполняют исследуемой водой. После заполнения склянки до горлышка ее наполнение продолжают до тех пор, пока не выльется приблизительно 100 см<sup>3</sup> воды, т.е. пока не вытеснится вода, соприкасавшаяся с воздухом, находящимся в склянке. Склянка должна быть заполнена пробой до краев и не иметь внутри – под пробкой и на стенках - пузырьков воздуха.

В склянку, заполненную пробой воды, вводят отдельными пипетками 1 см<sup>3</sup> раствора сульфата марганца (при вместимости склянки до 150 см<sup>3</sup>) и 1 см<sup>3</sup> щелочного раствора йодида калия (при вместимости склянки до 150 см<sup>3</sup>). Пипетки погружают каждый раз до половины склянки и по мере выливания раствора поднимают вверх. Затем быстро закрывают склянку стеклянной пробкой таким образом, чтобы в ней не оставалось пузырьков воздуха и содержимое тщательно перемешивают.

Склянки с зафиксированными пробами помещают в темное место для отстаивания (не менее 10 минут и не более 24 часов).

После того, как отстоявшийся осадок будет занимать менее половины высоты склянки, к пробе приливают 5см<sup>3</sup> раствора серной кислоты, погружая при этом пипетку до осадка (не взмучивать) и медленно поднимая ее вверх по мере опорожнения. Вытеснение из склянки части прозрачной жидкости для анализа значения не имеет.

Склянку закрывают пробкой и содержимое тщательно перемешивают. Отбирают 50см<sup>3</sup> раствора (пипетку предварительно ополаскивают этим раствором), переносят его в коническую колбу для титрования вместимостью 250 см<sup>3</sup>. Раствор титруют стандартным раствором тиосульфата натрия (если предполагается, что содержание кислорода менее 3 мг/дм<sup>3</sup> – из микробюретки) до тех пор, пока он не станет светло-желтым. Затем прибавляют 1 см<sup>3</sup> свежеприготовленного раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски.

*Обработка результатов измерений.*

Содержание растворенного кислорода (С х) в мг/дм<sup>3</sup> определяют по формуле:

$$C_{X=} = \frac{8,0 \cdot C_T \cdot V_T \cdot V \cdot 1000}{50 \cdot (V - V_1)}$$

где  $C_T$  - молярная концентрация раствора тиосульфата натрия, моль/дм<sup>3</sup> эквивалента,  $V_T$  - объем раствора тиосульфата натрия, пошедший на титрование, см<sup>3</sup>,  $V$  - вместимость кислородной склянки, см<sup>3</sup>;  $V_1$  - суммарный объем растворов сульфата марганца и йодида калия, добавленных в склянку при фиксации растворенного кислорода, см<sup>3</sup>; 8,0 - масса миллиграмм-эквивалента кислорода, мг.

Расчет БПК производится по разности содержания растворенного кислорода в день отбора проб и на 5 и 7 день.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №19

«Определение содержания аммонийного азота в сточных водах»

### Методические указания.

В природной воде аммиак образуется при разложении азотсодержащих органических веществ. Он хорошо растворим в воде с образованием гидроксида аммония.

Содержание ионов аммония в природных водах варьирует в интервале от 10 до 200 мкг/ дм<sup>3</sup> в пересчете на азот. Присутствие в незагрязненных поверхностных водах ионов аммония связано с процессами биохимической деструкции белковых веществ, дезаминирования аминокислот, разложения мочевины (под действием фермента уреазы). Основным источником поступления ионов аммония в водные объекты являются хозяйственно-бытовые сточные воды, животноводческие фермы, поверхностный сток с сельхозугодий при использовании аммонийных удобрений, а также сточные воды предприятий пищевой, коксохимической, лесохимической и химической промышленности.

В стоках промышленных предприятий содержится до 1, в бытовых стоках – 2 – 7 мг/ дм<sup>3</sup> аммония; с хозяйственно-бытовыми сточными водами в канализационные системы ежедневно поступает до 10 г азота аммонийного на одного жителя.

При переходе от олиготрофных к мезо- и эвтрофным водоемам возрастают как абсолютная концентрация ионов аммония, так и их доля в общем балансе связанного азота.

Содержание аммонийного азота в водоемах с различной степенью загрязненности.

Степень загрязненности (классы водоемов)	Азот аммонийный, мг/ дм <sup>3</sup>
Очень чистые	0,05

Чистые	0,1
Умеренно загрязненные	0,2 – 0,3
Загрязненные	0,4 – 1,0
Грязные	1,1 – 3,0
Очень грязные	> 3,0

Присутствие ионов аммония в концентрациях порядка 1 мг/дм<sup>3</sup> снижает способность гемоглобина рыб связывать кислород. Токсичность ионов аммония возрастает с повышением рН среды.

Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния водного объекта, процесса загрязнения поверхностных и подземных вод, в первую очередь, бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

В подземных водах аммиак появляется в результате жизнедеятельности микроорганизмов. В анаэробной среде аммиак образуется при восстановлении азотсодержащих органических веществ. Повышенное содержание аммиака в поверхностных водах объясняется спуском в них бытовых сточных вод и некоторых промышленных вод, содержащих значительные количества аммиака или солей аммония. Вследствие жизнедеятельности нитрифицирующих бактерий содержание аммиака в водоемах снижается при одновременном образовании нитратов.

*Оборудование.* Фотоэлектродиметр со светофильтром ( $\lambda = 400$  нм). Кюветы с толщиной поглощающего свет слоя - 10 мм.

*Химическая посуда.* Колбы мерные вместимостью 50 см<sup>3</sup>; пипетки мерные вместимостью 1, 5, 10 см<sup>3</sup> с делением на 0,1 см<sup>3</sup>, колбы плоскодонные вместимостью 100 см<sup>3</sup>.

#### *Выполнение измерений.*

Методика предназначена для измерения содержания массовой концентрации ионов аммония с 0,005 до 4,0 мг/дм<sup>3</sup> в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера.

#### *Порядок проведения работы.*

Метод определения основан на построении градуировочного графика при помощи серии растворов, полученных смешением рабочих растворов в соотношениях, указанных в таблице ниже.

Для получения растворов заданной концентрации используют рабочий раствор хлорида аммония. 1 см<sup>3</sup> раствора содержит 0,005 мг ионов аммония.

**Одновременно** с образцами растворов определяют оптическую плотность исследуемой пробы воды. Полученные значения оптической плотности вносят в таблицу.

Для приготовления серии растворов используют мерные колбы вместимостью 50 см<sup>3</sup>. Раствор в каждой колбе соответствует определенной концентрации ионов аммония.

Используются кюветы с толщиной поглощающего свет слоя 10 мм. *Контрольной жидкостью* служит дистиллированная вода. Оптическая плотность каждого из растворов измеряется при  $\lambda = 400$  нм.

Полученные значения оптической плотности вносят в таблицу.

№ колбы	0	1	2	3	4	5
Объем NH <sub>4</sub> Cl, см <sup>3</sup>	0	8,0	16,0	24,0	32,0	40,0
Концентрация раствора NH <sub>4</sub> Cl, мг/дм <sup>3</sup>	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2

Оптическая плотность, D	-					
-------------------------	---	--	--	--	--	--

№ исследуемого образца	№ 1	№ 2	№ 3
Оптическая плотность D исследуемого образца воды			

Градуировочный график строят, откладывая на оси абсцисс величину концентрации ионов-аммония каждого раствора, а по оси ординат соответствующее ему значение оптической плотности, измеренной фотоэлектроколориметром.

По градуировочному графику определяют концентрации ионов-аммония исследуемых проб воды, соответствующих данному значению оптической плотности.

Полученное значение концентрации ионов-аммония выражают в мг/дм<sup>3</sup>.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №20

«Определение содержания нитритного азота в сточных водах»

### Методические указания.

Методика предназначена для измерения массовой концентрации нитрит-ионов от 0,02 до 0,3 мг/дм<sup>3</sup> в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом с применением реактива Грисса.

*Принцип метода.*

Определение основано на способности нитритов диазотировать сульфаниловую кислоту и на образовании красно-фиолетового красителя диазосоединения  $\alpha$ -нафтиламином. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации нитритов.

*Оборудование:* фотоэлектроколориметр КФК-3,  $\lambda = 520$  нм, кюветы с длиной поглощающего слоя – 10 мм.

*Химическая посуда:* колбы мерные, вместимостью 50 см<sup>3</sup>, пипетки вместимостью 1, 2, 5, 10 см<sup>3</sup>.

*Построение калибровочного графика.*

В мерные колбы вместимостью 50 см<sup>3</sup> вносят 0, 1,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16; 20; 30 мл стандартного рабочего раствора № 2, разбавляют каждый раствор до метки дистиллированной водой и перемешивают. Получают растворы с концентрацией нитритов 0 (холостой раствор); 0,02; 0,04; 0,08; 0,16; 0,32; 0,4; 0,6 мг/дм<sup>3</sup>.

Из мерных колб растворы переливают в конические колбы. В каждую коническую колбу с раствором вносят по 2 мл реактива Грисса и тщательно перемешивают. Через 40 мин определяют оптическую плотность при длине волны 520 нм, в кювете с длиной поглощающего слоя 10 мм. В качестве раствора сравнения используют холостой раствор. Данные вносят в таблицу.

C, мг/дм <sup>3</sup>	0,02	0,04	0,08	0,16	0,32	0,4	0,6
D							

При построении градуировочного графика по горизонтальной оси откладывают значение концентрации, а по вертикальной – соответствующие им значения оптической плотности. Следует убедиться в том, что зависимость концентрации от оптической плотности – линейная.

*Выполнение измерений.*

В мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> наливают пробу анализируемой воды. Пробу переливают в коническую колбу для проведения анализа и добавляют 2 см<sup>3</sup> реактива Грисса. Выдерживают 40 минут и определяют оптическую плотность пробы. Результат определения находят либо по градуировочному графику.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №21

### «Плата за сброс сточных вод»

#### Методические указания.

В современном механизме природопользования и охраны окружающей среды в качестве важнейших применяются экономические инструменты и стимулы.

Совокупность экономических инструментов природопользования и охраны окружающей среды с учетом опыта многих стран в качестве наиболее активно применяемых включает:

- платежи за природопользование (ресурсные платежи и платежи за загрязнение среды);
- финансово-кредитные инструменты (фонды охраны природы и фонды воспроизводства природных ресурсов, методы льготного кредитования природоохранных мероприятий, займы, субсидии, режим ускоренной амортизации природоохранного оборудования, экологические и ресурсные налоги, механизм страхования экологических рисков);
- рыночные инструменты (рыночные цены на природные ресурсы; рыночная интервенция органов власти для поддержки «зеленых» секторов рынка; механизмы купли-продажи прав на загрязнение природной среды; залоговая система; прямые рыночные переговоры; добровольные природоохранные соглашения).

Конкретный состав этих инструментов имеет свои особенности в различных странах и определяется ими самостоятельно с учетом целевых ориентиров общенациональной экологической политики, методов управления, применяемых в экономике в целом, текущих и перспективных приоритетных социально-экономических проблем и т.д.

В России действует весьма разветвленная система платежей за пользование природными ресурсами (ресурсных платежей). Для субъектов хозяйственной деятельности (юридических и физических лиц) платным является пользование всеми основными природными ресурсами: земельными, лесными, водными ресурсами, объектами животного мира и водными биологическими ресурсами (прежде всего рыбными), месторождениями полезных ископаемых.

*Плата за пользование землей* имеет налоговую форму. Она взимается в виде земельного налога. В случае оформления договора аренды взимается арендная плата.

*Платежи за пользование недрами, акваторией и участками морского дна* устанавливаются в соответствии с законом РФ «О недрах». Они включают:

- платежи за право пользования, разведку, добычу полезных ископаемых, строительство подземных сооружений, захоронение вредных веществ;
- отчисления пользователей недр на воспроизводство минерально-сырьевой базы;
- акцизные сборы;
- сборы на выдачу лицензий на недропользование.

*Платежи за пользование лесным фондом* в соответствии с Лесным кодексом РФ имеют две основные разновидности: лесные подати и арендная плата. Лесные подати взимаются при краткосрочном пользовании участками лесного фонда, арендные платежи – в случае их аренды.

Одним из направлений налоговой реформы, реализуемой в России, является увеличение в общей сумме налоговых поступлений в бюджет платежей (налогов) за

природные ресурсы. Так, с 1998 г. введены *платежи за животный мир*, расширен перечень ранее применявшихся *платежей за воду*.

В России взимается *плата за следующие виды загрязнений*:

1. выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников загрязнения,

2. сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты;

3. размещение отходов.

Эмиссионные платежи выполняют следующие основные функции:

➤ являются важнейшим средством компенсации ущерба, наносимого окружающей природной среде, здоровью населения и материальным ценностям в результате выбросов (сбросов) вредных веществ и размещения отходов;

➤ служат основным источником формирования специализированных фондов охраны природы, средства которых используются для финансирования природоохранных мероприятий, оздоровления окружающей среды и повышения уровня экологической безопасности производства и потребления;

➤ стимулируют соблюдение экологических нормативов и стандартов, что приводит к уменьшению загрязнения окружающей среды.

Базовые нормативы платежей по отдельным видам загрязняющих веществ и отходов с учетом степени их опасности для окружающей среды и здоровья населения устанавливаются централизованно Федеральным Правительством. Далее эти нормативы уточняются с поправкой на экологическую ситуацию и экологические факторы регионов.

Эмиссионные платежи служат реализации важнейшего принципа современной экологической политики: *загрязнитель – платит*. Они призваны обеспечить экономическую ответственность предприятий-природопользователей за загрязнение окружающей среды и стимулировать проведение ими упреждающих природоохранных мероприятий. Реализация этого требования возможна при установлении эмиссионных платежей на уровне, при котором предельные экологические затраты сбалансированы с предельным ущербом с предельным ущербом от загрязнения среды, предотвращаемым вследствие этих затрат.

Однако на практике в России, как и в других странах, эмиссионные платежи занижаются. Основными причинами являются недостаточная платежеспособность предприятий-загрязнителей среды и, как следствие, боязнь властей вызвать разорение соответствующих компаний и массовые увольнения; опасения, связанные со снижением конкурентоспособности национальных товаропроизводителей в системе международной торговли вследствие «чрезмерного бремени» экологических издержек; просто тот факт, что охрана окружающей среды не стала в той или иной стране одним из общественных приоритетов. В случае занижения эмиссионные платежи не способны выполнить в полном объеме свойственные им функции и посылать рыночным субъектам правильные экономические сигналы, предопределяя их ориентацию на проведение адекватных экологических мероприятий.

### *Контрольное задание*

Предприятие производит сброс сточных вод в реку, имеющую рыбохозяйственное назначение. Объемный расход сточных вод составляет  $Q=1000 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Сточные воды содержат нитраты, нитриты, фенолы, нефтепродукты, взвешенные вещества, а также органические вещества, характеризуемые общим показателем БПК<sub>полн</sub>.

Рассчитайте плату, которую должно внести предприятие за сброс загрязняющих веществ в водный объект (реку).<sup>\*</sup> Варианты исходных данных для расчета приведены в таблице 1. Концентрации приведены в мг/дм<sup>3</sup>.

<sup>\*</sup> Платежи за загрязнение вносятся предприятием один раз в год

Таблица 1 – Исходные данные для расчета контрольного задания

Номер варианта	БПК <sub>полн</sub>		Нефте-продукты	Нитриты		Нитраты		Фенол	Взвешен-ные вещества	
	C <sub>ф</sub>	C <sub>л</sub>		C <sub>ф</sub>	C <sub>л</sub>	C <sub>ф</sub>	C <sub>л</sub>		C <sub>ф</sub>	C <sub>л</sub>
1	45	15	1,1	0,6	0,25	7	5	0,3	22	10
2	35	15	2	0,8	0,3	7	4	0,3	10	5
3	60	35	3,5	0,3	0,2	8	7	0,05	15	7
4	46	18	2,5	1,2	0,7	9	6	1,2	25	13
5	54	20	1,6	1	0,2	10	8	0,8	45	15
6	21	10	1,8	3	1,5	5	1	0,5	12	6
7	65	40	2	0,9	0,4	4	2	0,4	42	25
8	23	10	0,09	0,5	0,25	3	1	0,003	30	20
9	40	25	0,06	0,5	0,2	12	6	0,25	21	15
10	10	5	2,4	1,2	0,8	6,5	4	0,7	35	20
11	40	20	1,8	1	0,2	10	8	0,05	15	7
12	35	15	2	3	1,5	9	6	1,2	25	13
13	60	35	3,5	3	1,5	7	4	0,8	45	15
14	46	18	2,5	0,9	0,4	8	7	0,5	12	6
15	54	20	1,6	0,5	0,25	9	6	0,05	15	7
16	21	10	2	0,9	0,4	6,5	4	1,2	25	13
17	65	40	0,09	0,05	0,025	10	8	0,8	45	15
18	23	10	0,06	0,5	0,25	9	6	0,25	21	15
19	40	25	2,4	0,8	0,3	10	8	0,7	35	20
20	10	5	1,6	0,3	0,2	5	1	0,05	15	7

*Пример расчета платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты*

Исходные данные примера сведены в таблицу 2.

Таблица 2 - Исходные данные для расчета водных эмиссионных платежей

Наименование загрязняющих веществ	Фактическая концентрация C <sub>ф</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Нормативная концентрация (ПДК) C <sub>н</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	Лимитная концентрация** C <sub>л</sub> , мг/дм <sup>3</sup>
1. БПК <sub>полн</sub>	40,0	3,0	20,0
2. Нефтепродукты	1,0	0,05	-
3. Нитриты	0,5	0,02	0,1
4. Нитраты	6,0	0,1	5,0
5. Фенолы	0,2	0,001	-
6. Взвешенные вещества	20,0	2,0	10,0

Расчет платежей за сброс органических веществ, характеризуемых общим показателем БПК<sub>полн</sub>, выполняется следующим образом.

1. Рассчитывается масса вещества, сбрасываемая за год в водный объект (40 мг/дм<sup>3</sup> = 40 г/м<sup>3</sup>):

\*\* Для нефтепродуктов и фенолов, как наиболее опасных загрязняющих веществ, установление лимитов сбросов не допускается. Масса сверхлимитных сбросов для этих веществ находится как разность между фактической и нормативной массой.

$$M_{\phi} = C_{\phi} \cdot V = C_{\phi} \cdot Q \cdot 365 \quad M = 40 \text{ г/м}^3 \cdot 1000 \text{ м}^3/\text{сут} \cdot 365 \text{ сут/год} = 14600000 \text{ г/год} = 14,6 \text{ т/год}$$

2. Рассчитывается масса вещества, сбрасываемого в пределах норматива (ПДК):

$$M_{\text{н}} = C_{\text{н}} \cdot V \quad M_{\text{н}} = 3,0 \cdot 1000 \cdot 365 = 1095000 \text{ г/год} = 1,095 \text{ т/год}$$

3. Рассчитывается масса вещества, сбрасываемого в пределах установленных лимитов (масса сброса в пределах лимита), которая определяется местными природоохранными организациями на основании документов, подтверждающих внесение платежей за предыдущий год. Поскольку количество нормативных загрязнений входит в лимит, лимитная масса рассчитывается как разность сверхлимитной и нормативной концентраций, умноженная на объем:

$$M_{\text{л}} = (C_{\text{л}} - C_{\text{н}}) \cdot V \quad M_{\text{л}} = (20,0 - 3,0) \cdot 1000 \cdot 365 = 6205000 = 6,205 \text{ т/год}$$

4. Рассчитывается масса загрязняющих веществ, сбрасываемых сверх установленных нормативов и лимитов, как разность между фактически сбрасываемой массой и массой нормативной и лимитной:

$$M_{\text{сл}} = M_{\phi} - (M_{\text{л}} + M_{\text{н}}) \quad M_{\text{сл}} = 14,6 - (6,205 + 1,095) = 7,3 \text{ т/год}$$

5. Плата, осуществляемая за сбросы загрязняющих веществ в пределах предельно-допустимых нормативов сбросов (включается в себестоимость выпускаемой продукции):

$$P_{\text{н}} = J \cdot k_{\text{инд}} \cdot A \cdot M_{\text{н}} \quad P_{\text{н}} = 2,22 \cdot 90 \cdot 1/3 \cdot 1,095 = 72,927 \text{ руб./год}$$

где  $J$  – базовый норматив платы за сброс 1 условной тонны загрязняющих веществ в водные объекты,  $J = 2,22 \text{ руб./усл. т}$ ;

$k_{\text{инд}}$  – коэффициент индексации, равен 90;

$A$  – коэффициент относительной опасности вещества,  $A = 1/\text{ПДК}$ .

6. Плата, осуществляемая за сбросы загрязняющих веществ в пределах согласованных лимитов сбросов (удерживается из прибыли предприятия):

$$P_{\text{л}} = 5 \cdot J \cdot k_{\text{инд}} \cdot A \cdot M_{\text{л}} \quad P_{\text{л}} = 5 \cdot 2,22 \cdot 90 \cdot 1/3 \cdot 6,205 = 2066,265 \text{ руб./год}$$

7. Плата, осуществляемая за сбросы загрязняющих веществ сверх нормативов или согласованных лимитов сбросов (удерживается из прибыли предприятия):

$$P_{\text{сл}} = 25 \cdot J \cdot k_{\text{инд}} \cdot A \cdot M_{\text{сл}} \quad P_{\text{сл}} = 25 \cdot 2,22 \cdot 90 \cdot 1/3 \cdot 7,3 = 12154,5 \text{ руб./год}$$

8. Плата, осуществляемая предприятием за отдельное загрязнение за год:

$$P_i = (P_{\text{н}} + P_{\text{л}} + P_{\text{сл}}) \cdot k_{\text{э.кс}};$$

где  $k_{\text{э}}$  – коэффициент экологической ситуации; для Мурманской области  $k_{\text{э}} = 1,0$ ;

$k_{\text{с}}$  – коэффициент, учитывающий месторасположение объекта, для районов Крайнего Севера  $k_{\text{с}} = 2,0$ .

$$P = (72,927 + 2066,265 + 12154,5) \cdot 1 \cdot 2 = 28587,38 \text{ руб./год}$$

Расчет платежей по остальным веществам производится аналогично. Сумма платежей за сброс всех загрязняющих веществ приведена в таблице 3.



Таблица 3 – Результаты расчеты данных таблицы 2

	Наименование ингредиента	Фактический сброс		Сброс					Платежи за загрязнения			
				В пределах норматива		В пределах установленных лимитов		Сверх-лимитный	В пределах нормативов	В пределах лимитов	Сверх лимитов	Итого за одно вещество
				С <sub>ф</sub> мг/л	М <sub>ф</sub> т/год	С <sub>н</sub> (ПДК) мг/л	М <sub>н</sub> т/год	С <sub>л</sub> мг/л	М <sub>л</sub> т/год	М <sub>сл</sub> т/год	П <sub>н</sub> руб/год	П <sub>л</sub> руб/год
1	БПК <sub>полн</sub>	40,0	14,6	3,0	1,095	20,0	6,205	7,3	72,927	2066,3	12154,50	28587,38
2	Нефтепродукты	1,0	0,365	0,05	0,018	-	-	0,347	72,927	-	34640,32	69426,50
3	Нитриты	0,5	0,183	0,02	0,007	0,1	0,029	0,146	72,927	1458,5	36463,50	75989,93
4	Нитраты	6,0	2,190	0,1	0,037	5,0	1,789	0,365	72,927	17867	18231,75	72343,58
5	Фенолы	0,2	0,073	0,001	0,0004	-	-	0,073	72,927	-	362811,8	725769,50
6	Взвешенные вещества	20,0	7,3	2,0	0,730	10,0	2,920	3,650	72,927	1458,5	9115,87	21294,68
Итого, включается в расчет себестоимости									437,56			
Итого, выплачивается из прибыли									992974,04			
Плата предприятия за сброс всех загрязняющих веществ за год – П											993411,59	

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №22

«Плата за размещение отходов»

### Методические указания.

На авторемонтной мастерской за год образуются отходы, в состав которых входят: отработанные люминесцентные лампы, изношенные шины, отработанные аккумуляторные батареи, промасленные фильтры, промасленная ветошь, отработанные масла и бытовые отходы. Произвести расчет платы за размещение отходов. Классы опасности и объемы образования отходов приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1.

#### Классы опасности и объемы образования отходов

Наименование отхода	Объемы образования отходов, $M_i$ (т)	Годовой лимит на размещение отхода, $M_{ли}$ (т)	Класс опасности
Отработанные люминесцентные лампы	0,02	0,03	1
Изношенные шины	10	8	4
Отработанные аккумуляторные батареи	5	5,5	2
Промасленные фильтры	0,15	0,1	3
Промасленная ветошь	0,4	0,3	4
Отработанные масла	8	9	3
Бытовые отходы	4	3	4

1. Размер платы за размещение отходов в пределах установленных лимитов определяется путем умножения соответствующих ставок платы с учетом вида размещаемого отхода (нетоксичные, токсичные) на массу размещаемого отхода и суммирования полученных произведений по видам размещаемых отходов.

$$Пл_{отх} = 5 \cdot C_{ли} \cdot M_i,$$

где:

$Пл_{отх}$  - размер платы за размещение  $i$ -го отхода в пределах установленных лимитов (руб.);

$M_i$  - объем образования  $i$ -го отхода (т);

$C_{ли}$  - ставка платы за размещение 1 тонны  $i$ -го отхода в пределах установленных лимитов (руб.);

$$C_{ли} = Нбл_i \cdot Кэ,$$

где:

$Кэ_{отх}$  - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости почв в данном регионе ( $Кэ = 1,2$ ).

$Нбл_i$  - норматив платы за 1 тонну размещаемых отходов в пределах установленных лимитов (руб.) (Таблица 1.2)

Таблица 1.2

#### Нормативы платы за 1 тонну размещаемых отходов в пределах установленных лимитов (в соответствии с постановлением Правительства РФ №344 от 12.06.2003г)

Вид отходов (по классам опасности для окружающей среды)	Нормативы платы за размещение 1 тонны отходов в пределах установленных лимитов, $Нбл_i$ (руб)
Отходы I класса опасности (чрезвычайно опасные)	1739,2
Отходы II класса опасности (высокоопасные)	745,4
Отходы III класса опасности (умеренно опасные)	497

Отходы IV класса опасности (малоопасные)	248,4
Отходы V класса опасности (практически неопасные):	8

2. Размер платы за сверхлимитное размещение токсичных и нетоксичных отходов определяется путем умножения соответствующих ставок платы за размещение отходов в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы размещаемых отходов над установленными лимитами и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент и суммирования полученных произведений по видам размещения отходов.

$$Псл_{отх} = 25 \cdot Сл_i \cdot (M_i - Мл_i),$$

где:

Псл<sub>отх</sub> - размер платы за сверхлимитное размещение отходов(руб.);

Мл<sub>i</sub> - годовой лимит на размещение i-го отхода (т);

Сл<sub>i</sub> - ставка платы за размещение 1 тонны i-го отхода в пределах установленных лимитов (руб.);

$$Побщ = \sum Пл_{отх} + 5 \cdot \sum Псл_{отх}$$

По результатам расчета необходимо заполнить таблицу 1.3 «Плата за размещение отходов»

Таблица 1.3.

**«Плата за размещение отходов»**

Вид отхода	М <sub>i</sub> (т)	Мл <sub>i</sub> (т)	Сл <sub>i</sub> (руб)	Пл <sub>отх</sub> (руб)	Псл <sub>отх</sub> (руб)
Отработанные люминесцентные лампы					
Изношенные шины					
Отработанные аккумуляторные батареи					
Промасленные фильтры					
Промасленная ветошь					
Отработанные масла					
Бытовые отходы					
Итого					

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №23**

«Экозащитная техника и технологии»

**Методические указания.**

Семинар проводится в форме "круглого стола". Студенты вместе с преподавателем обсуждают следующие вопросы:

1. Методы очистки газообразных выбросов предприятий.
2. Методы очистки вод от загрязнений.
3. Методы и аппараты обеспыливания газов.
4. Методы рекультивации нарушенных и загрязнённых почв.
5. Методы переработки отходов производства.
6. Методы переработки отходов потребления.
7. Нормирование качества окружающей среды.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №24**

«Биоценоз активного ила аэротенков»

**Методические указания.**

В ходе занятия студенты рассматривают при помощи микроскопа пробы активного ила. Делают вывод о его состоянии.

**А) Биоценоз активного ила.**

В нормально работающих активных илах можно встретить до 60 и более различных видов организмов, но чаще всего количество видов на одном сооружении не превышает 10—15. Из них некоторые виды встречаются наиболее часто и могут служить индикаторами на условия среды. Основные формы изображены на рисунках, приведенных в приложении 1.

Жгутиковые бесцветные в больших количествах встречаются в перегруженных илах с недостаточным содержанием растворенного кислорода. Единичные экземпляры - в нормально работающем иле. Жгутиковые имеют размеры около 10 мк, поэтому хорошо видны в микроскоп только при большом увеличении.

*Arcella* и *Pamphagus* в хорошо работающем нормальном активном иле встречаются в заметных количествах, но отмечалось их присутствие и в плохом иле, утратившем нитрификационную способность.

*Hyalodiscus limax* встречается в плохом иле.

*Amoeba radiosa* - при хорошей работе сооружений.

Зооглеи появляются в хорошо работающем созревшем иле. При чрезмерном развитии обозначают нитрифицирующий ил.

Нитчатые бактерии кладотрикс и сферотиллос - часто встречаются в активном иле, особенно в углеводистых стоках (крахмально-паточных, гидролизных, текстильных и др.). Кладотрикс и сферотиллос считают за один род, имеющий разновидности в зависимости от характера питания; кладотрикс усваивает азот из любых соединений, включая минеральные (нитраты), а сферотиллос растет только на органическом азоте. По морфологическим признакам кладотрикс отличается ложнодихотомическим ветвлением. Нитчатые бактерии образуют длинные нити при замедленном течении жидкости и, наоборот, мельчают при сильном механическом перемешивании в сооружениях. По отношению к кислороду кладотрикс - отчетливо выраженный аэробийонт. В регенераторе нитчатые деградируют из-за механического измельчения и недостатка пищи. Массовые скопления нитчатых в аэротанке вызывают вспухание ила.

Нитчатые серобактерии - *Beggiatoa*, *Thiothrix* - участвуют в очистке промышленных стоков с наличием сероводорода или в бытовых стоках при гниении белков. Окисление сероводорода идет в две фазы. Сначала сероводород окисляется до серы, которая откладывается капельками в клетках нитчатых. При недостатке кислорода окисление останавливается на этой фазе. При дальнейшем окислении сера исчезает, окисляясь до сульфатов и сильно подкисляя среду. Нити могут не иметь капель серы или при недостатке сероводорода, или при избытке кислорода. В бескислородной среде серобактерии могут жить до трех недель.

Водные грибы - *Nematosporangium*, *Fusarium*. Ветвящихся гифы грибов могут выносить кислые стоки и прикрепляются на бортах аэротенков.

*Opercularia* почти постоянно присутствует в созревшем иле. Характерным является состояние ресничной зоны организма: в хорошем иле - ресничная зона раскрыта, движения ресничек активные; при неблагоприятных условиях - ресничная зона замкнута. При увеличении нагрузки оперкулярия сжимается и инцистируется.

*Vorticella microstoma* развивается в перегруженных илах с недостаточным содержанием растворенного кислорода.

*Vorticella convallaria*, *Carchesium*, *Epistylis* развиваются в заметных количествах в нитрифицирующем иле. При регенерации ила появление этих инфузорий характеризует восстановление первоначальных свойств ила.

При недостатке растворенного кислорода вортицеллы отрываются от стебелька и образуют особую свободно плавающую форму «телотрох» с венчиком ресничек на заднем конце.

Цисты инфузорий образуются при неблагоприятных условиях, т. е. при резкой смене состава сточной воды (поступление промышленных стоков) или при недостатке питательных веществ.

*Aspidisca* - распространенная, почти постоянно присутствующая в иле брюхооресничная инфузория. Чаще всего является положительным признаком для оценки качества ила. Отсутствие ее в летнем иле связано с нитрификацией.

*Paramaesium caudatum* - одна из форм, наиболее выносливых к недостатку кислорода; характерна для плохого ила. Как и другие свободно плавающие инфузории, они встречаются при большом количестве бактерий, находящихся во взвешенном состоянии при разложении ила.

*Podophrya* - при плохой работе сооружений, с залежами ила.

*Nematodes* (круглые черви) - часто на биофильтрах, а на аэротенках встречаются в заметных количествах в недостаточно аэрируемом иле, с зонами залежей. Единичные экземпляры могут встречаться в нормальном иле аэротенков.

*Aeolosoma*, *Nais* (малощетинковые черви) в заметных количествах могут развиваться в илах с устойчивой нитрификацией, на биофильтрах. Обычный представитель ила лабораторных экспериментальных установок.

Коловратки (*Philodina*, *Monostyla*, *Cathypna* и др.) находятся в активном состоянии при хорошем обеспечении растворенным кислородом, в нитрифицирующем иле, но оказываются в сжатом состоянии при неблагоприятных условиях.

*Hydracarina* (водные клещи) встречается в аэротенках в голодающем иле.

*Psychoda* и др. личинки насекомых - обычны на биофильтрах.

*Cyclops* отсутствует в обычном иле, но развивается в заметных количествах в голодающем иле.

### ***Б) Характеристика илов***

Удовлетворительно работающий (хороший) ил. Большое разнообразие простейших по видовому составу при не•большом количественном преобладании какого-либо из видов.

Постоянное наличие *Aspidisca*, *Zoogloea*. Все организмы достаточно подвижны, находятся в оживленном состоянии. Плотный компактный хлопок ила. Ил быстро оседает в виде крупных тяжелых хлопьев. Вода над илом прозрачная.

Ил из регенератора:

а) *При хорошей регенерации (рис. 1).*

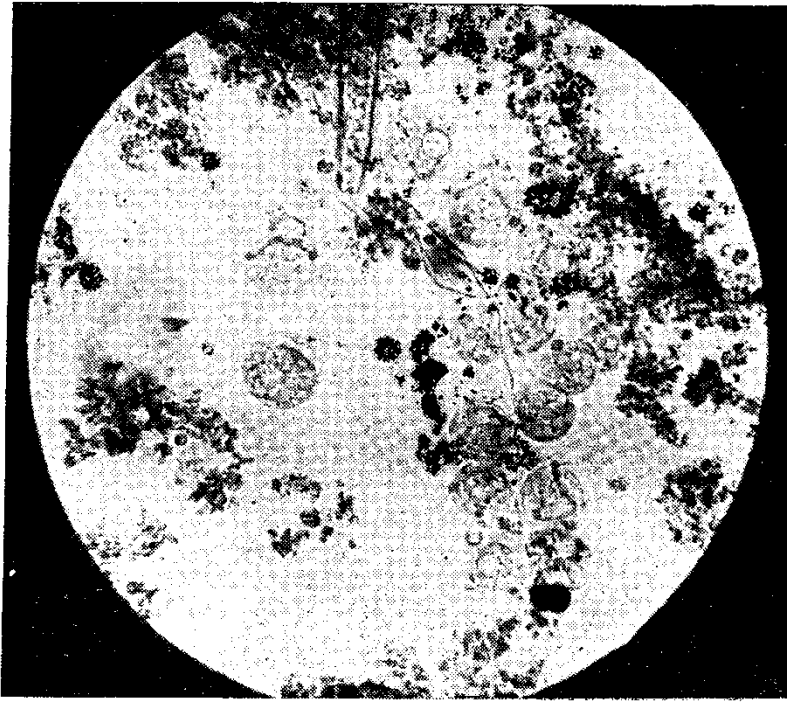
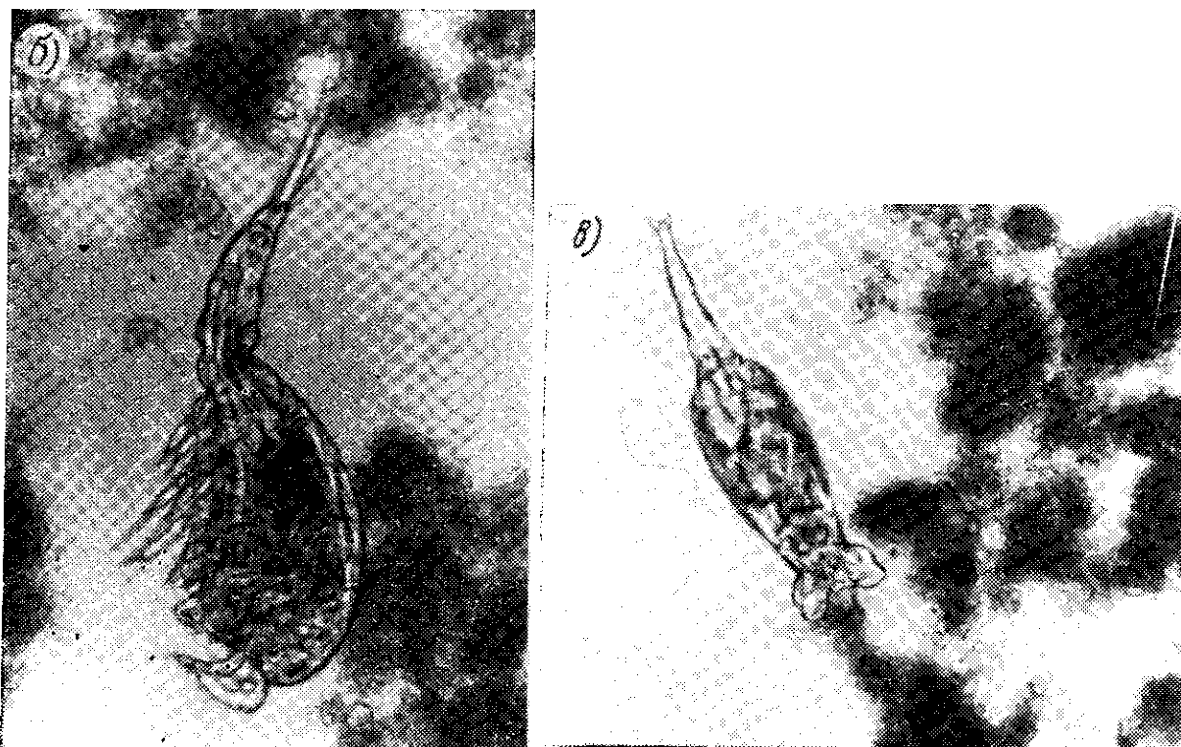


Рис.1. Хорошо регенерированный активный ил

Количественное преобладание сидячих инфузорий (*Carchesium*, *Vorticella convallaria*) над свободно плавающими инфузориями. Увеличение количества сидячих инфузорий и зооглей по сравнению с илом в аэротенке. Организмы подвижные. Хлопок ила крупный, хорошо осаждается. Вода над илом прозрачная; исчезает сера в клетках нитчатых серобактерий.





а - Aelosoma; б - Cyclops; в - Pililodina  
Рис. 2. Нитрифицирующий ил

б) при глубокой регенерации. Преобладание крупных свободно плавающих инфузорий. Увеличение размеров *Vorticella* и *Opercularia*. Распад хлопка ила на более мелкие хлопки. Вода над илом имеет мелкую неоседающую муть.

*Голодающий ил.* Мелкие размеры простейших, организмы становятся прозрачными, пищеварительные вакуоли их исчезают, частично инфузории превращаются в цисты. Коловратки образуют цисты позже, чем инфузории. Зооглеи и хлопки ила прозрачные. Вода над илом имеет мелкую неоседающую муть.

*Нитрифицирующий ил* (рис. 2). Постоянное присутствие в заметных количествах коловраток *Callidina*, *Rotaria* и других видов.

Количественное преобладание сидячих инфузорий (*Vorticella convallaria*, *Carchesium*), крупных амёб, *Arcella*. Пышное развитие *Zoogloea ramigera*. Возможно присутствие в больших количествах малощетинковых червей *Aelosoma*. Ил рыхлый, выплывает после осаждения.

*Перегруженный ил.* Малое качественное разнообразие видов при количественном преобладании двух-трех. Большое количество бесцветных жгутиковых, мелких амёб, *Lionotus* и других мелких инфузорий. Присутствие иногда в заметных количествах *Podophrya*, *Chilodon*, *Nematodes*, *Vorticella microstoma*, *Opercularia*.

Присутствие иногда нитчатых бактерий *Sphaerotilus* и *Beggiatoa*. Ил загрязнен разнообразными включениями: органические аморфные частицы, мышечные волокна, мусор, остатки кухонных отходов. Хлопки ила темные, плотные. Вода над илом с опалесценцией.

*Ил при сбросе промышленных стоков, не адаптированный.* Уменьшение разнообразия видов, преобладает один-два. Измельчение организмов, особенно *V. convallaria*, *Opercularia*, *Carchesium* при увеличении их общего количества или при резком уменьшении общего количества в зависимости от степени токсичности стока. Неподвижное состояние ресничек инфузорий; замкнутый ресничный диск *Opercularia*. Ил мелкий, загрязнен включениями промышленных стоков, может иметь цветные частицы, осаждается плохо. Вода над илом мутная.

*Ил при недостатке кислорода.* Vorticella раздуваются в виде шара, некоторые лопаются и исчезают. Opercularia — с замкнутым ресничным диском, неподвижные. Коловратки неподвижные, застывшие в вытянутом состоянии, отмирающие. Большое количество разнообразных жгутиковых. Из инфузорий почти исключительное господство Paramecium caudatum как очень выносливой формы к недостатку кислорода, способной оживленно плавать в гниющем иле. Хлопки ила распадаются. Вода над илом мутнеет.



## Приложение 1

### Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест [3]

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		
	Максимальная разовая	Средне-суточная	Класс опасности
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Азота оксид	0,4	0,06	3
Аммиак	0,2	0,04	4
Ацетон	0,35	0,35	4
Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)	-	0,1мкг/ 100 м <sup>3</sup>	1
Бензол	1,5	0,1	2
Бром	-	0,04	2
Бромбензол	-	0,03	2
Взвешенные вещества*	0,5	0,15	3
Гексан	60	-	4
О,О-Диметил-S-(1,2-бискарбэтоксиэтил) дитиофосфат (карбофос)	0,015	-	2
О,О-Диметил-(1-гидрокси-2,2,2-трихлорэтил) фосфонат (хлорофос)	0,04	0,02	2
Дифторхлорметан (фреон-22)	100	10	4
Дихлордифторметан (фреон-12)	100	10	4
Дихлорфторметан (фреон-21)	100	10	4
Дихлорэтан	3	1	2
Диэтиламин	0,05	0,05	4
Диэтиловый эфир	1	0,6	4
Капролактан (пары, аэрозоль)	0,06	0,06	3
Кислота азотная по молекуле HNO <sub>3</sub>	0,4	0,15	2
Кислота серная по формуле H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,3	0,1	2
Кислота уксусная	0,2	0,06	3
Мышьяк, неорганические соединения (в пересчете на мышьяк)	-	0,003	2
Нафталин	0,003	0,003	4
Никеля растворимые соли (в пересчете на никель)	0,002	0,002	1
Нитробензол	0,008	0,008	2
Озон	0,16	0,03	1
Пенициллин	0,05	0,0025	3
Сажа	0,15	0,05	3
Свинец и его соединения, кроме	-	0,0003	1

\* Недифференцированная по составу пыль (аэрозоль), содержащаяся в воздухе населенных пунктов. ПДК взвешенных веществ не распространяются на аэрозоли органических и неорганических соединений (металлов, их солей, пластмасс; биологических, лекарственных препаратов и др.), для которых устанавливаются соответствующие ПДК.

тетраэтилсвинца (в пересчете на свинец)			
Сероводород	0,008	-	2
Сероуглерод	0,03	0,005	2
Серы диоксид	0,5	0,05	3
Синтетические моющие средства типа "Кристалл" на основе алкилсульфата натрия (по алкилсульфату натрия)	0,04	0,01	2
Скипидар	2	1	4
Спирт метиловый	1	0,5	3
Спирт этиловый	5	5	4
Толуол	0,6	0,6	3
Углерода оксид	5	3	4
Углерод четыреххлористый	4	0,7	2
Фенол	0,01	0,003	2
Формальдегид	0,035	0,003	2
Фтористые соединения (в пересчете на фтор):			
газообразные соединения (фтористый водород, тетрафторид кремния);	0,02	0,005	2
хорошо растворимые неорганические фториды (фторид натрия, гексафторсиликат натрия)	0,03	0,01	2
плохо растворимые неорганические фториды (фторид алюминия, фторид кальция, гексафторалюминат натрия)	0,2	0,03	2
Фурфурол	0,05	0,05	3
Хлор	0,1	0,03	2
Циклогексан	1,4	1,4	4
Этил хлористый	---	0,2	4
Этилацетат	0,1	0,1	4
Этилбензол	0,02	0,02	3
Этилен	3	3	3

Эффектом суммации обладают:

- аммиак и формальдегид;
- аммиак и сероводород;
- аммиак, сероводород и формальдегид;
- ацетон и фенол;
- аэрозоли оксида ванадия (5) и диоксид серы;
- бензол и ацетофенон;
- озон, диоксид азота и формальдегид;
- сероводород и формальдегид;
- диоксид серы и фенол;
- диоксид серы и оксид углерода, фенол и пыль конверторного производства;
- диоксид серы и триоксид серы, аммиак и оксиды азота;
- диоксид серы и фтороводород;

- сильные минеральные кислоты (серная, соляная и азотная);
- углерода оксид и пыль цементного производства;
- уксусная кислота и уксусный ангидрид;
- фенол и ацетофенон;
- фурфурол, метиловый и этиловый спирты;
- циклогексан и бензол;
- этилен, пропилен, бутилен и амилен.

## Приложение 2

*Предельно-допустимые концентрации  
некоторых вредных веществ (в мг/дм<sup>3</sup>) в воде водных объектов [3, 5]*

Наименование ингредиента	Водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения			Водные объекты рыбохозяйственного назначения		
	ЛПВ*	ПДК	Класс опасн ости	ЛПВ	ПДК	Класс опасн ости
Аммиак (по азоту)	Сан.	2,0	3	Токс.	0,05	4
Ацетон	Сан.	2,2	3	Токс.	0,05	3
Бензол	Сан-токс.	0,5	2	Токс.	0,5	4
Бром	Сан-токс.	0,2	2	–	–	–
Дихлордифенилтри хлорэтан (ДДТ)	Сан-токс.	0,1	2	Токс.	Отсутств ие (0,00001)	1
Дихлорфенол	Орг.	0,002	4	Токс.	0,0001	1
Железо	Орг.	0,3	3	Токс.	0,1	4
Кобальт	Сан.-токс.	0,1	2	Токс.	0,01	3
Керосин технический	Орг.	0,01	4	–	–	–
Карбомол	Сан.-токс.	1	4	Орг.	1	4
Мышьяк	Сан.-токс.	0,05	2	Токс.	0,05	3
Медь	Орг.	1,0	3	Токс.	0,001	3
Метанол	Сан.-токс.	3,0	2	Сан.- токс.	0,1	4
Нитраты (по азоту)	Сан.	45,0	3	Сан.- токс.	40	
Нафталин	Сан.-токс.	0,01	4	Токс.	0,004	3
Нефть многосернистая	Орг.	0,1	4	Рыбхоз.	0,05	3
Нефть прочная	Орг.	0,3	4	Рыбхоз.	0,05	3
Никель	Сан.-токс.	0,1	3	Токс.	0,01	3
Пиридин	Сан.-токс.	0,2	2	Токс.	0,01	3
Пропиловый спирт	Орг.	0,25	4	–	–	–
Ртуть	Сан.	0,0005	1	Токс.	Отсутств ие (0,00001)	1
Свинец	Сан.	0,03	2	Токс.	0,006	2
Фенол	Орг.	0,001	4	Рыбхоз.	0,001	3
Формальдегид	Сан.	0,05	2	Сан.- токс.	0,01	3
Фтор (F)	Сан.-токс.	1,5	2	Токс.	0,05	3
Хлор активный	Сан.	Отсутств ие	3	Токс.	Отсутств ие	1

\* ЛПВ – лимитирующий показатель вредности, отражающий приоритетность требований к качеству воды.

					(0,00001)	
Хлороформ	Сан.-токс.	0,06	2	–	–	–
Хром (Cr <sup>3+</sup> )	Орг.	0,5	3	Токс.	0,07	3
Цианиды	Сан.-токс.	0,1	2	Токс.	0,05	3
Цинк	Сан.	1,0	2 3	Токс.	0,01	3

"Отсутствие" – недопустим сброс данного соединения в водные объекты.

"Рыбхоз." – рыбохозяйственный – изменение товарных качеств промысловых водных организмов: появление неприятных и посторонних привкусов и запахов.

"Токс." – токсикологический – прямое токсическое воздействие веществ на организмы (водные организмы).

"Сан." – санитарный – нарушение экологических условий: изменение трофности водоемов, гидрохимических показателей: кислород, азот, фосфор, pH; нарушение самоочищения воды: БПК<sub>5</sub>, численность сапрофитной микрофлоры.

"Сан.-токс." – санитарно-токсикологический – действие вещества на водные организмы и санитарные показатели водоема.

"Орг." – органолептический – образование пленок и пены на поверхности воды, появление посторонних привкусов и запахов в воде.

*Классы опасности:*

1 – чрезвычайно опасный,

2 – высоко опасный,

3 – опасный,

4 – умеренно опасный.

### Приложение 3

#### ПДК некоторых химических веществ в почве, мг/кг [3]

Вещество	Величина ПДК с учетом фона для почв под культуры, чувствительные к пестицидам	Примечание
Атразин	0,01	
Ацетальдегид	10,0	
Бенз(а)пирен	0,02	
Бензин	0,1	
Бензол	0,3	
Бетанол	0,25	
Валексон	1,0	
Ванадий	150	Общесанитарный
Ванадий + марганец	100+1000	
Изопропилбензол	0,5	
Кобальт	5	Общесанитарный
Комплексные гранулированные удобрения (КГУ) состава N:P:K=64:0:15	120	
Комплексные жидкие удобрения (КЖУ) состава N:P:K=10:34:0	80	
Линурон	1	
Медь	3	Общесанитарный
Мышьяк	2	Транслокационный
Нитраты	130	
Отходы флотации угля (ОФУ)	3000	
Ртуть	2,1	Общесанитарный
Свинец	6	Общесанитарный
Свинец + ртуть	20,0 + 1,0	
Формальдегид	7	
Хлорид калия	560	
Полихлорбифенилы (суммарно)	0,06	Общесанитарный
<b>Пестициды:</b>		
- гексахлоран	0,1	Запрещено в с/х
- ДДТ и его метаболиты (суммарное количество)	0,1	
- хлорофос	0,5	
- карбофос	0,5	
- полихлоркамфен	0,5	
- полихлорпинен	0,5	
- прометрин	0,5	
- хлорамп	0,05	

### 3. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

Контрольная работа состоит из 10 вопросов, которые выбираются согласно номеру варианта по двум последним цифрам зачётной книжки.

Список вопросов и вариантов приведен на с. 39 [1].

Ответы на вопросы выполняются в письменном виде и сдаются преподавателю.

#### Список литературы:

1. Круглова Е. И. Экология. Методические указания и контрольные задания для студентов технических направлений/специальностей заочной формы обучения [Электронный ресурс]. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2018. – 55 с.

### 4. Групповые и индивидуальные консультации

Слово «консультация» латинского происхождения, означает «совещание», «обсуждение».

Консультации проводятся в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания консультативной помощи при подготовке к промежуточной аттестации, участию в конференции и др.);
- если обучающемуся требуется помощь в решении спорных или проблемных вопросов возникающих при освоении дисциплины.

Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. В частности, если затруднение возникло при изучении теоретического материала, то конкретно укажите, что вам непонятно, на какой из пунктов обобщенных планов вы не смогли самостоятельно ответить.

Если же затруднение связано с решением задачи или оформлением отчета о лабораторной работе, то назовите этап решения, через который не могли перешагнуть, или требование, которое не можете выполнить.

### 5. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Успешное освоение компетенций, формируемых учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающегося - деятельность, которую он выполняет без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию, под его руководством и наблюдением. Обучающийся, обладающий навыками самостоятельной работы, активнее и глубже усваивает учебный материал, оказывается лучше подготовленным к творческому труду, к самообразованию и продолжению обучения.

Самостоятельная работа может быть аудиторной и внеаудиторной. Границы между этими видами работ относительны, а сами виды самостоятельной работы пересекаются.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется во время проведения учебных занятий по дисциплине (модулю) по заданию преподавателя. Включает в себя:

- выполнение самостоятельных работ, участие в тестировании;
- выполнение контрольных, практических и лабораторных работ;
- решение задач и упражнений, составление графических изображений (схем, диаграмм, таблиц и т.п.);
- работу со справочной, методической, специальной литературой;

- оформление отчета о выполненных работах;
- подготовка к дискуссии, выполнения заданий в деловой игре и т.д.

Внеаудиторная самостоятельная работа (в библиотеке, в лаборатории МГТУ, в домашних условиях, в специальных помещениях для самостоятельной работы в МГТУ и т.д.) является текущей обязательной работой над учебным материалом (в соответствии с рабочей программой), которая не предполагает непосредственного и непрерывного руководства со стороны преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа по дисциплине может включать в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам и др.) и выполнение необходимых домашних заданий;
- работу над отдельными темами дисциплины (модуля), вынесенными на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой;
- проработку материала из перечня основной и дополнительной литературы по дисциплине, по конспектам лекций;
- написание рефератов, докладов, эссе, отчетов, подготовка мультимедийных презентаций, составление глоссария и др.;
- другие виды самостоятельной работы.

Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины. Задания для самостоятельной работы имеют четкие календарные сроки выполнения.

Выполнение любого вида самостоятельной работы предполагает прохождение обучающимся следующих этапов:

1. Определение цели самостоятельной работы.
2. Конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи.
3. Самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи.
4. Выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи (выбор путей и средств для ее решения).
5. Планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи.
6. Реализация программы выполнения самостоятельной работы.
7. Самоконтроль выполнения самостоятельной работы, оценивание полученных результатов.
8. Рефлексия собственной учебной деятельности.

### **Работа с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к контрольным работам, тестированию, зачету.

В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы, которые).

Выбрав нужный источник, следует найти интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, а также одноименный раздел конспекта лекций или учебного пособия. В случае возникших затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью



профессиональной деятельности будущего выпускника.

### **Решение ситуационных задач (кейс-заданий)**

Кейс-задание (англ. *case*- случай, ситуация) - задание, связанное с конкретным последовательностью действий и направленное на разбор, осмысление и решение реальной профессионально-ориентированной ситуации.

Решение ситуационных задач направлено на формирование умения анализировать в короткие сроки большой объем неупорядоченной информации, принятия решений в условиях недостаточной информации, готовности использовать собственные индивидуальные креативные способности для решения исследовательских задач.

Рекомендации по работе с кейсом:

- сначала необходимо прочитать всю имеющуюся информацию, чтобы составить целостное представление о ситуации; не следует сразу ее анализировать, желательно лишь выделить в ней данные, показавшиеся важными;
- требуется охарактеризовать ситуацию, определить ее сущность и отметить второстепенные элементы, а также сформулировать основную проблему и проблемы, ей подчиненные;
- важно оценить все факты, касающиеся основной проблемы (не все факты, изложенные в ситуации, могут быть прямо связаны с ней), и попытаться установить взаимосвязь между приведенными данными;
- следует сформулировать критерий для проверки правильности предложенного решения, попытаться найти альтернативные способы решения, если такие существуют, и определить вариант, наиболее удовлетворяющий выбранному критерию.

## **Модуль № 1.**

### **Общая экология и глобальные экологические проблемы современности**

#### **1.1 Учение о биосфере**

Понятие биосферы. Состав и свойства биосферы. Устойчивость биосферы. Функции и свойства живого вещества. Биогеохимические циклы. Ноосфера.

Понятие биосферы появилось в биологии в XVIII веке, но впервые в близком к современному смыслу понятие «биосфера» ввел австрийский геолог Эдуард Зюсс в книге «Происхождение Альп» (1873 г.), который определил ее как особую, образуемую организмами оболочку Земли. В настоящее время все живые организмы называют «биота», «биос», «живое вещество», а понятие «биосфера» трактуется так, как его толковал академик Владимир Иванович Вернадский (1863-1945 гг.): особая, охваченная жизнью, оболочка Земли. В физико-химическом составе биосферы Вернадский выделял следующие компоненты:

- живое вещество - совокупность всех живых организмов;
- косное вещество - неживые тела или явления (газы атмосферы, горные породы магматического, неорганического происхождения и т.п.);
- биокосное вещество - разнородные природные тела (почвы, поверхностные воды и т.п.);
- биогенное вещество - продукты жизнедеятельности живых организмов (гумус почвы, каменный уголь, торф, нефть, сланцы и т.п.);

Вернадский в своем труде «Биосфера» впервые доказал первостепенную роль живых организмов в формировании окружающей среды. Жизнь - это связующее звено между Космосом и Землей, которое используя энергию, приходящую из космоса, трансформирует косное вещество, создает новые формы материального мира. Так, живые организмы создали почву, наполнили атмосферу кислородом, оставили после себя километровые толщи осадочных пород и топливные богатства недр, многократно пропустили через себя весь объем Мирового океана. Вернадский не занимался проблемой возникновения жизни,

он понимал ее как естественный этап самоорганизации материи в любой части космоса, приводящий к возникновению все новых форм ее существования.

Учение Вернадского нацеливало на изучение живых, косных и биокосных тел в их неразрывном единстве, что сыграло значительную роль в подготовке естествоиспытателей к целостному восприятию природных систем.

Структура биосферы представляет собой совокупность газообразной, водной и твердой оболочек планеты и живого вещества, их населяющего. Масса биосферы составляет приблизительно 0,05% массы Земли, а ее объем - 0,4% объема планеты. Границы биосферы определяет распространение в ней живых организмов: горизонтальных границ в ней не существует, а по вертикали верхняя граница расположена на высоте озонового слоя Земли, а нижняя - в пределах литосферы лежит в среднем на глубине 3 км от поверхности суши и 0,5 км ниже дна океана. О более глубоком проникновении жизни в толще литосферы сведений нет.

Живое вещество находится в постоянном энергетическом обмене с внешним миром. Оно является основным организующим элементом в поддержании круговорота веществ, обеспечении динамического равновесия экологических систем. Процесс создания органического вещества в биосфере происходит одновременно с противоположными процессами потребления и разложения его гетеротрофными организмами на исходные минеральные соединения (вода, углекислый газ и др.). Так осуществляется круговорот органического вещества в биосфере при участии всех населяющих ее организмов, получивший название малого, или биологического, (биотического) круговорота веществ в отличие от вызываемого солнечной энергией большого, или геологического, круговорота, наиболее ярко проявляющегося в круговороте воды и циркуляции атмосферы. Большой круговорот происходит на протяжении всего геологического развития Земли и проявляется в переносе воздушных масс, продуктов выветривания, воды, растворенных минеральных соединений, загрязняющих веществ, в том числе радиоактивных.

Биосфера является чрезвычайно сложной экосистемой, работающей в стационарном режиме на основе тонкой регуляции всех составляющих ее частей и процессов. Как свидетельствуют данные исследований, по крайней мере последние 600 млн. лет характер основных круговоротов на Земле существенно не менялся, изменялись лишь скорости геохимических процессов. Стабильное состояние биосферы обусловлено в первую очередь деятельностью живого вещества, обеспечивающей определенную скорость трансформации солнечной энергии и биогенной миграции атомов.

Вместе с тем вмешательство человека в природные круговороты приводит к серьезным изменениям в состоянии биосферы. Возвращаясь к учению В.И. Вернадского, необходимо отметить, что он оценил появление человека на Земле, как огромный шаг в эволюции планеты. Ученый считал, что с возникновением человека и развитием его производственной деятельности человечество становится основным геологическим фактором всех происходящих в биосфере планеты изменений, приобретающих глобальный характер («Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой»). Дальнейшее неконтролируемое развитие деятельности людей таит в себе большую опасность и потому, считал В.И. Вернадский, биосфера должна постепенно превращаться в ноосферу, или сферу разума (от греческих *noos* - разум, *sphaira* - шар).

Понятие «ноосфера» отражает будущее состояние рационально организованной природы, новый этап развития биосферы, эпоху ноосферы, когда дальнейшая эволюция планеты будет направляться разумом в целях обеспечения необходимой гармонии в сосуществовании природы и общества.

Самостоятельная работа курсанта состоит в подготовке к контрольной работе и включает проработку вопросов, указанные ниже.

*Вопросы для самопроверки*

1. Дайте определение понятиям «биосфера» и «ноосфера».
2. Когда и кем было введено понятие «биосфера»?
3. Дайте характеристику биосферы.
4. Опишите границы биосферы.
5. Перечислите пять основных свойств биосферы.
6. Дайте определение понятию «биогеохимический цикл».
7. Изобразите биогеохимический цикл азота, дайте необходимые пояснения.
8. Изобразите биогеохимический цикл фосфора, дайте необходимые пояснения.
9. В чем состоит революционность учения В.И. Вернадского о биосфере?
10. Дайте определение понятию «живое вещество».
11. Перечислите и опишите основные функции живого вещества.
12. Перечислите и опишите свойства живого вещества.
13. Опишите роль антропогенного вмешательства в биогеохимические циклы.
14. Каким образом обеспечивается устойчивость биосферы?

## **1.2 Экосистемы**

Самостоятельная работа обучающегося состоит в повторении лекционного материала и включает следующие основные разделы: виды экосистем, структуры экосистем, трофические связи в экосистемах, продукция и продуктивность экосистем, виды сукцессий. Некоторые основные понятия по теме изложены ниже.

Экосистема - это система, состоящая из живых существ и среды их обитания, объединенных в единое функциональное целое. Термин введен английским экологом Артуром Тенсли в 1935 году. Понятие экосистемы абстрактное, то есть не привязано к какому либо конкретному участку территории, в отличие от биогеоценоза, который обычно привязан к какой-либо конкретной территории.

Основные свойства экосистем:

- 1) способность осуществлять круговорот веществ;
- 2) противостоять внешним воздействиям;
- 3) производить биологическую продукцию. Виды экосистем:

- 1) микроэкосистемы (аквариум, небольшой водоем, капля воды и т.д.);
- 2) мезоэкосистема (лес, озеро, степь, река);
- 3) макроэкосистема (океан, континент, природная зона);
- 4) глобальная экосистема (биосфера в целом).

Ю. Одум предложил классификацию экосистемы на основе биомов. Это крупные природные экосистемы, соответствующие физико-географическим зонам, характеризующиеся каким-либо основным типом растительности или другой характерной особенностью ландшафта.

Типы биомов:

- 1) наземные (например, тундра, тайга, степи, пустыни);
- 2) пресноводные (например, водотоки: реки, ручьи; водоемы: озера, пруды, болота);
- 3) морские (например, зоны апвеллинга, коралловые рифы, открытый океан, прибрежные воды).

Структурирование экосистем производят в зависимости от ее типа, например, существует вертикальная и видовая структуры широколиственных лесов, стоячих водоемов и пр.

В экосистеме можно выделить два компонента — биотический и абиотический. Биотический делится на автотрофный (организмы, получающие первичную энергию для существования из фото- и хемосинтеза или продуценты) и гетеротрофный (организмы, получающие энергию из процессов окисления органического вещества — консументы и редуценты) компоненты, которые формируют трофическую структуру экосистемы.<sup>1</sup> Трофическая цепь - последовательный ряд организмов, в котором каждое последующее звено поедает предшественника по цепи. Совокупность трофических цепей в экосистеме представляет собой трофическую сеть.

Сукцессия - последовательная смена одного биоценоза другим. Различают первичные и вторичные; природные и антропогенные; аллогенные, автогенные и циклические сукцессии.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Дайте определение термину «экосистема».
2. Перечислите виды экосистем, приведите примеры.
3. Что такое видовая структура экосистемы?
4. Изобразите вертикальную структуру тропического леса.
5. Изобразите вертикальную структуру озера. Какие виды живых организмов могут обитать в профундальной зоне?
6. Изобразите вертикальную структуру океана. Какие виды живых организмов обитают в эвфотической зоне?
7. Перечислите свойства экосистем.
8. Что такое трофическая цепь?
9. Приведите пример пастбищной и детритной трофической цепи.
10. Что такое первичная продукция?
11. Какие наземные экосистемы являются низкопродуктивными?
12. Какие морские экосистемы являются высокопродуктивными?
13. Дайте определение понятию «сукцессия».
14. Опишите ход первичной сукцессии.
15. Опишите ход вторичной сукцессии.

### **1.3 Популяционная динамика**

Самостоятельная работа обучающегося предполагает запоминание материала, изложенного на лекции по плану: популяции, виды, структура популяций, пирамиды возрастов, факторы, влияющие на динамику численности популяций, связи между популяциями и внутри популяций.

Популяция (позднелат. *populatio*, от лат. *populus* — народ, население) - совокупность особей одного вида, более или менее длительно занимающая определённое пространство и воспроизводящая себя в течение большого числа поколений; особи одной популяции имеют большую вероятность скрещиваться друг с другом, чем с особями других популяций; это связано с тем, что данная совокупность особей отделена от других таких же совокупностей особей той или иной степенью давления различных форм изоляции. Популяции характеризуются численностью, плотностью и структурой. Пирамиды возрастов бывают возрастные и половозрастные, они служат для прогнозных оценок

---

<sup>1</sup> <http://cyclowiki.org/wiki/>

состояния популяций с целью принятия своевременные мер по предотвращению их исчезновения или регуляции численности.

Биотический потенциал - (от греч. *biote* жизнь; синоним - репродуктивный потенциал) — характеристика внутренней потенциальной способности данной популяции к росту при стабильном возрастном составе и оптимальных условиях среды; выражается величиной прироста популяции за единицу времени в расчете на одну особь. Сопротивление среды - совокупность всех лимитирующих численность популяции факторов. Например, количество пищи, наличие/отсутствие хищников, слишком низкая/высокая температура и пр. Таким образом, динамика численности популяций зависит от того, каким образом формируется соотношения «сопротивление среды - биотический потенциал». Зависимость данного соотношения от времени позволяет определить тип динамики численности популяций (стабильный, изменчивый, взрывной).

Биотические связи (симбиоз, нейтрализм, антибиоз)- отношения между особями, популяциями, видами. Симбиоз - тип биотической связи, при котором один из взаимодействующих видов или оба извлекают выгоду из своих взаимоотношений. Нейтрализм - тип биотической связи, при котором не наблюдается ни отрицательного, ни положительного влияния видов друг на друга. Антибиоз - тип биотической связи, при котором один из взаимодействующих видов или оба испытывают угнетение со стороны другого.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Дайте определение понятию «популяция».
2. Чем характеризуется популяция?
3. Какие популяции имеют простую демографическую структуру?
4. Какие популяции имеют сложную демографическую структуру?
5. Изобразите пирамиду возрастов вымирающей популяции.
6. Что такое биотический потенциал вида?
7. Что такое емкость среды для данного вида?
8. Что такое сопротивление среды?
9. Каким образом влияет плотность популяции на численность? Приведите примеры.
10. Какие типы динамики численности популяций Вы знаете?
11. Дайте определение понятию «биотические связи».
12. Какие виды биотических связей Вы знаете?
13. Что такое мутуализм? Приведите примеры.
14. Что такое хищничество? Приведите примеры.

### **1.4 Экологические факторы**

Самостоятельная работа обучающегося предполагает повторение лекционного материала по плану: классификация экологических факторов, воздействие экологических факторов на живые организмы, законы Либиха и Шелфорда, деление живых организмов по отношению к факторам среды.

Экологический фактор - это любой элемент среды, способный оказывать прямое воздействие на живые организмы хотя на протяжении одной из фаз их индивидуального развития, или любое условие среды, на которое организм отвечает приспособительными реакциями. Простейшая классификация делит экологические факторы на две группы: абиотические (неживой природы) и биотические (живой природы) факторы.

Закон Либиха формулируется следующим образом: веществом, находящимся в минимуме, определяется величина урожая, определяется его стабильность во времени. Закон Шелфорда: любой вид имеет определенные, эволюционно унаследованные, верхний

и нижний пределы толерантности (выносливости) по отношению к воздействию любого фактора среды.

Существует деление живых организмов по признаку их отношения к воздействию экологических факторов на стенобионтов и эврибионтов. Стенобионты имеют узкий диапазон толерантности по отношению к воздействию какого-либо экологического фактора, а эврибионты - широкий. Следует понимать, что чистых стено- и эврибионтов не существует.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Дайте определение понятию «экологический фактор».
2. Приведите классификацию экологических факторов.
3. Какие абиотические факторы Вы знаете?
4. Какие факторы относятся к биотическим?
5. Изобразите графическую зависимость жизненной активности организма от интенсивности воздействия экологического фактора. Дайте необходимые пояснения (зоны оптимума и пессимума).
6. Сформулируйте закон Либиха. Применим ли закон Либиха к животным? Приведите примеры.
7. Сформулируйте закон Шелфорда. Поясните его действие на примерах.
8. Что такое толерантность вида?
9. Является ли глубина океана экологическим фактором? Поясните ответ.
10. Какие организмы являются стенобионтами? Приведите примеры стенотермных, стеногалинных организмов.
11. Какие организмы являются эврибионтами? Приведите примеры эвригалинных и эврифотных организмов.

### **1.5 Глобальные экологические проблемы современности**

Самостоятельная работа обучающегося предполагает проработку литературы и конспекта лекций по следующим вопросам: демографический взрыв; кислотные осадки, глобальное потепление, разрушение озонового слоя, опустынивание, уменьшение видового разнообразия в аспекте антропогенного воздействия на природу; понятие устойчивого развития.

В демографической истории человечества условно можно выделить два больших периода. Первый из них соответствовал так называемой аграрной цивилизации и продолжался примерно до второй половины XVII в. Он отличался сравнительно низким приростом населения. В условиях первобытного общества, даже при наличии полигамии (т. е. многобрачия), естественный прирост был незначителен, так как рождаемость и смертность, находясь на высоком уровне, взаимно уравновешивались.

Наиболее заметные изменения в численности жителей земного шара, ознаменовавшие переход ко второму периоду демографического развития, произошли за последние три столетия. Но и на их фоне темпы прироста в 1960е годы оказались беспрецедентными. Тогда и возникло понятие демографический взрыв — резкое увеличение прироста населения, появились мрачные прогнозы скорого перенаселения планеты.

В чем подлинная причина демографического взрыва? Прежде всего, это результат резкого снижения доли смертности во всех возрастных группах. Рождаемость же либо сохранилась на неизменном уровне (во многих слаборазвитых странах), либо снизилась, но отнюдь не в такой степени, как смертность. В первую очередь это касается деревень в развивающихся странах, где высокая рождаемость сохраняется по ряду причин. Люди испокон веков считали ее естественной и не видели реальной альтернативы, а пропаганда

перехода к сознательному планированию семьи с трудом доходит до их сознания. Нельзя забывать также о консервативной позиции в отношении рождаемости практически всех религий мира — индуизма, христианства, ислама, иудаизма, буддизма во всех их толках. Не секрет, что до сих пор церковь (любая) является фактором, существенно тормозящим нормализацию глобальной демографической ситуации.

Бесконтрольный рост народонаселения мира рано или поздно в состоянии повергнуть в хаос мировую экономику, что сделает бесполезной борьбу с нищетой и голодом, приведет к истощению природных ресурсов и к фатальным политическим потрясениям.<sup>2</sup>

Вместе с тем, необходимо принимать во внимание, что своего пика относительные темпы роста численности населения Земли достигли в 1960-е гг.; а с конца 1980-х гг. началось снижение и абсолютных темпов роста численности населения мира. В настоящее время темпы роста населения снижаются практически во всех странах мира; и можно говорить, что мы живём в эпоху окончания демографического взрыва. Вместе с тем, угроза достижения уровнями относительного перенаселения катастрофических значений до сих пор сохраняется применительно к отдельным странам, где скорость демографического роста остаётся до сих пор исключительно высокой, а замедляется она недостаточными темпами (прежде всего речь идёт о странах Тропической Африки, таких как Нигерия, ДРК, Ангола и т. д.).<sup>3</sup>

Существует несколько оценок количества людей на планете, которое безболезненно может «выдержать» наша планета: 500 млн, 3-4 млрд и 1012 млрд. Большинство ученых сходятся на числах 3-4 млрд, и косвенным доказательством справедливости данного суждения является тот факт, что глобальные проблемы современности возникли тогда, когда численность «перевалила» за эту отметку.

Глобальные проблемы современности - это совокупность наиболее острых мировых проблем, решение которых требует массового осмысления и объединения усилий всех народов и государств. К ним относят угрозу ядерной войны, экологическую катастрофу, растущий раскол мира на «богатые» и «бедные» страны и народы, истощение традиционных и необходимость поиска новых источников энергии. В курсе «Экология» предполагается изучение глобальных экологических проблем современности: кислотные осадки, нарушение озонового слоя, глобальное потепление, уменьшение видового разнообразия, опустынивание. По каждой из перечисленных проблем студент должен знать ее суть, существующие оценки, а также пути решения.

Устойчивое развитие (англ. *sustainable development*) - правильное, гармоничное (равномерное, сбалансированное) развитие. Гармоничное развитие - это процесс изменений, в котором эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений. С экологической точки зрения, устойчивое развитие должно обеспечивать целостность биологических и физических природных систем. Особое значение имеет жизнеспособность экосистем, от которых зависит глобальная стабильность всей биосферы. Более того, понятие «природных» систем и ареалов обитания можно понимать широко, включая в них созданную человеком среду, такую как, например, города. Основное внимание уделяется сохранению способностей к самовосстановлению и динамической адаптации таких систем к изменениям, а не сохранение их в некотором «идеальном» статическом состоянии. Деграция природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и утрата биологического разнообразия сокращают способность экологических систем к самовосстановлению.

#### *Вопросы для самопроверки*

<sup>2</sup> [http://www.globaltrouble.ru/demograficheskaya\\_problema/](http://www.globaltrouble.ru/demograficheskaya_problema/)

<sup>3</sup> <http://ru.wikipedia.org/>

1. Назовите прогнозные оценки численности людей в 2050 г.
2. К чему может привести увеличение темпов прироста населения на Земле?
3. Какова численность населения планеты в настоящее время?
4. Каковы причины демографического взрыва?
5. Дайте определение термину «глобальные проблемы современности».
6. Перечислите глобальные экологические проблемы.
7. Назовите причины и последствия выпадения кислотных осадков.
8. Назовите причины и последствия нарушения озонового слоя Земли.
9. Назовите причины и последствия глобального потепления.
10. Какие точки зрения по поводу глобального потепления существуют в настоящее время?
11. Какие международные соглашения по вопросам озонового слоя и глобальному потеплению Вы знаете? Назовите их основные положения.
12. Каким образом сказывается на состоянии биосферы уменьшение видового разнообразия?
13. Что подразумевается под термином «опустынивание»? Каковы его масштабы в настоящее время?
14. Дайте определение термину «устойчивое развитие».
15. Что подразумевается под устойчивым развитием с экологической точки зрения?
16. Какие международные конференции по устойчивому развитию Вы знаете?

## **Модуль 2. Природопользование и охрана окружающей среды**

### ***2.1 Природопользование***

Самостоятельная работа обучающегося включает проработку материала данной темы по плану: природные ресурсы, классификации природных ресурсов, ресурсный (антропогенный) цикл, принципы рационального природопользования, характеристика и роль водных и рыбных ресурсов планеты.

Природные ресурсы - совокупность естественных тел и явлений, которые общество использует в своих целях в настоящее время или сможет использовать в будущем. Существуют следующие классификационные признаки ресурсов: с точки зрения их доступности, их природы, по принадлежности к тем или иным компонентам природы, по назначению, по сфере использования, по заменимости, по исчерпаемости и возобновляемости. В результате изучения темы студент должен знать все перечисленные классификации, уметь привести примеры.

Природопользование - это 1) использование природной среды для удовлетворения экологических, экономических, культурно-оздоровительных потребностей общества; 2) наука о рациональном (для соответствующего исторического момента) использовании природных ресурсов обществом - комплексная дисциплина, включающая элементы естественных, общественных и технических наук. Рациональное природопользование включает изучение, охрану, освоение и преобразование различных типов природных ресурсов.

Основные принципы рационального природопользования:

- принцип системного подхода;
- принцип оптимизации природопользования;
- принцип полноты использования природных ресурсов;
- принцип комплексного использования природных ресурсов;
- принцип гармонизации отношений природы и производства.

*Вопросы для самопроверки*



1. Дайте определение термину «природные ресурсы».
2. Приведите классификацию ресурсов. Какие из них относятся к природным ресурсам?
3. Перечислите исчерпаемые природные ресурсы.
4. Перечислите неисчерпаемые природные ресурсы.
5. Какие природные ресурсы относятся к возобновляемым?
6. Вода и атмосферный воздух являются исчерпаемыми или неисчерпаемым природными ресурсами?
7. Изобразите схему антропогенного ресурсного цикла.
8. Дайте определение термину «природопользование».
9. Какие аспекты включает рациональное природопользование?
10. Что подразумевает принцип системного подхода?
11. Что подразумевает принцип оптимизации природопользования?
12. Что подразумевает принцип полноты использования природных ресурсов?
13. Что подразумевает принцип комплексного использования природных ресурсов?
14. Что подразумевает принцип гармонизации отношений природы и производства?15.
15. Охарактеризуйте водные ресурсы планеты.
16. Охарактеризуйте рыбные ресурсы планеты.

## **2.2 Экологический мониторинг**

Самостоятельная работа обучающегося предполагает изучение данной темы по плану: глобальный, национальный, региональный и локальный экологический мониторинг, объекты и субъекты экологического мониторинга, состояние окружающей среды, экологическая безопасность, оценка качества окружающей среды.

Мониторинг - постоянное наблюдение за каким-либо процессом с целью выявления его соответствия желаемому результату или первоначальным предположениям. Экологический мониторинг - наблюдение за состоянием окружающей среды с целью ее контроля, прогноза и охраны. По величине охвата территорий различают: локальный, региональный, национальный, глобальный мониторинг. По местоположению станций наблюдения различают: космический, авиационный и наземный мониторинг.

Глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС) была создана совместными усилиями мирового сообщества (основные положения и цели программы были сформулированы в 1974 году на Первом межправительственном совещании по мониторингу). Первоочередной задачей была признана организация мониторинга загрязнения окружающей природной среды и вызывающих его факторов воздействия. Существует три основных направления деятельности ГСМОС: мониторинг, управление данными, оценка состояния окружающей среды. Оценка окружающей среды в ГСМОС ведется в трех областях:

- климата в физической окружающей среде,
- возобновляемых природных ресурсов,
- воздействия химических веществ на здоровье человека.

В РФ создана единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ). Задачи ЕГСЭМ:

-проведение с определенным пространственным и временным разрешением наблюдений за изменением состояния окружающей природной среды и экосистемами, источниками антропогенных воздействий;

-проведение оценок состояния окружающей среды, экосистем территории страны, источников антропогенного воздействия;

-прогнозирование состояния окружающей среды, экологической обстановки на территории России и ее регионов, уровней антропогенного воздействия при различных условиях размещения производительных сил, социальных и экономических сценариях развития страны и ее регионов.

В ЕГСЭМ осуществляется мониторинг состояния природных сред, экосистем, природных ресурсов и источников антропогенного воздействия, а также информационное обеспечение решения экологических проблем. ЕГСЭМ функционирует на четырех основных уровнях: федеральном, региональном (бассейновом), субъектов Российской Федерации (именуется территориальный уровень), локальном.

Экологическая безопасность — одна из составляющих национальной безопасности, совокупность природных, социальных, технических и других условий, обеспечивающих качество жизни и безопасность жизни и деятельности проживающего (либо действующего) на данной территории населения и обеспечение устойчивого состояния биоценоза биотопа естественной экосистемы. Единым критерием оценки экологической безопасности естественной экосистемы и её устойчивости является нерушимость естественного биотопа основного биоценоза и его способность к восстановлению при антропогенном воздействии.

Единым критерием оценки экологической безопасности искусственной экосистемы является качество жизни и здоровья населения. Объектами экологической безопасности являются права, материальные и духовные потребности личности, природные ресурсы и природная среда или материальная основа государственного и общественного развития.

Политика экологической безопасности — целенаправленная деятельность государства, общественных организаций, юридических и физических лиц по обеспечению экологической безопасности.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Дайте определение понятиям «мониторинг» и «экологический мониторинг».
2. Какие виды экологического мониторинга по признаку охвата территории Вы знаете?
3. Какие виды экологического мониторинга по месторасположению станций Вы знаете?
4. На каких уровнях обеспечивает информацией космический мониторинг?
5. Какие станции наблюдения существуют в наземном мониторинге?
6. Что представляет собой глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС)?
7. Каковы цели ГСМОС?
8. Перечислите три основных направления деятельности ГСМОС.
9. Что представляет собой Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ) РФ?
10. Каковы задачи ЕГСЭМ?
11. Перечислите объекты ЕГСЭМ.
12. Перечислите субъекты ЕГСЭМ.
13. Дайте определение понятию «экологическая безопасность».
14. Что является единственным критерием оценки экологической безопасности природной и искусственной экосистем?
15. Перечислите объекты экологической безопасности.
16. Каким образом оценивается качество окружающей среды?
17. Какие нормативы качества окружающей среды Вы знаете?

### **2.3 Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)**

Самостоятельная работа обучающегося предполагает изучение темы по следующим разделам: масштабы антропогенного воздействия на природные экосистемы, виды загрязнений, классификации загрязнений, виды их воздействия, экологическая экспертиза и экологический аудит.

Воздействие на окружающую среду (ОС) - единовременный или периодический акт либо постоянный процесс привнесения и/или изъятия любой материальной субстанции или энергии по отношению к окружающей среде, приводящий к изменению ее состояния. Загрязнение - это внесение в ту или иную экологическую систему не свойственных ей живых или неживых компонентов, физических или структурных изменений, нарушающих или прерывающих процессы круговорота, потоки энергии с непременным следствием в виде снижения продуктивности данной экосистемы. Различают химические, физические, биоценотические, стационально-деструкционные загрязнения. Они могут оказывать токсическое, аллергическое, мутагенное, тератогенное, канцерогенное и др. воздействие на живые организмы.

Изменение ОС - это перемена (обратимая или необратимая) свойств (качества) средообразующих компонентов и/или их сочетаний и соотношений в результате оказываемых на них воздействий. Последствия изменения ОС - осознаваемые субъектами (отдельными людьми, определенными социальными группами или профессиональными сообществами) изменения ОС, происшедшие или могущие произойти под воздействием хозяйственной и/или иной деятельности и приводящие к ухудшению здоровья и условий жизнедеятельности людей в настоящем или будущем. Воздействие означает результат реализации намечаемой деятельности, с одной стороны, и его естественные следствия - с другой. И то и другое концентрируется внутри объекта. Последствия наступают за рамками объекта, в среде его существования.

Цель проведения ОВОС состоит в подготовке экологически обеспеченных хозяйственных и иных решений. Основные принципы проведения ОВОС: 1) соучастия общественности; 2) открытости экологической информации; 3) упреждения - процесс ОВОС должен проводиться начиная с ранних стадий подготовки решений по объекту вплоть до их принятия; 4) альтернативности и вариантности; 5) интеграции, что означает, что все аспекты осуществления намечаемой деятельности (социальные, экономические, медико-биологические, демографические, технологические, технические, природно-климатические, нравственные, природоохранные, инженерные, архитектурно-планировочные и др.) должны рассматриваться во взаимосвязи; 6) разумной детализации; 7) последовательности действий - при проведении ОВОС должна строго выполняться последовательность действий в осуществлении этапов, процедур и операций.

Экологическая экспертиза - установление соответствия документов и (или) документации, обосновывающих намечаемую в связи с реализацией объекта экологической экспертизы хозяйственную и иную деятельность, экологическим требованиям, установленным техническими регламентами и законодательством в области охраны окружающей среды, в целях предотвращения негативного воздействия такой деятельности на окружающую среду. Срок проведения государственной экологической экспертизы составляет:

1. для простых объектов - до 30 дней;
2. объектов средней сложности - до 60 дней;
3. сложных объектов - 120 дней. Срок проведения государственной экологической экспертизы может быть продлён, но не должен превышать шести месяцев для сложных объектов.

Экологический аудит - независимая оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности нормативно-правовых требований в области охраны ОС и подготовка рекомендаций в области экологической деятельности. Существуют следующие виды экологического аудита:

- определение соответствия субъекта хозяйственной деятельности природоохранным требованиям;
- оценка эффективности системы экологического менеджмента;
- оценка экологической безопасности используемого сырья, оборудования, технологий;
- оценка экономического ущерба от загрязнения;
- оценка опасности отходов;
- определение рациональности природопользования на конкретной территории;
- оценка энергопотребления и предложение путей по его снижению.

#### *Вопросы и задачи для самопроверки*

1. Дайте определение понятиям «воздействие на окружающую среду», «изменение ОС», «последствия изменения ОС».
2. Дайте определение понятию «загрязнение».
3. Приведите известные Вам классификации загрязнений.
4. Опишите масштабы нефтяного загрязнения Мирового океана.
5. Опишите масштабы загрязнения почв пестицидами.
6. Опишите масштабы загрязнения почв тяжелыми металлами.
7. Дайте определение понятию «оценка воздействия на ОС».
8. Какова цель ОВОС?
9. Перечислите основные принципы проведения ОВОС.
10. Дайте определение понятию «экологическая экспертиза».
11. Какой федеральный закон регламентирует проведение экологической экспертизы?
12. Каковы сроки проведения экологической экспертизы?
13. Перечислите принципы экологической экспертизы.
14. Дайте определение понятию «экологический аудит».
15. Перечислите виды экологического аудита.

### **2.4 Экономические механизмы природоохранной деятельности предприятий**

Самостоятельная работа студента состоит в изучении правовой основы экономических механизмов природоохранной деятельности предприятий, структуры платежей в области природопользования и охраны окружающей среды.

Принципы разработки эффективной концепции экономического механизма природопользования следующие.

1. Эффективная концепция рационализации природопользования и охраны окружающей среды и соответствующий экономический механизм природопользования в секторах/комплексах могут быть разработаны и реализованы только после разработки концепции развития самих секторов/комплексов и всей экономики в целом.

2. Экономический механизм природопользования должен быть органической частью «глобального» экономического механизма, он не может быть локальным и охватывать только природоэксплуатирующие комплексы и отрасли. Данный механизм должен быть согласован с другими экономическими механизмами, действующими на последующих (после «природных») этапах природно-продуктовой вертикали, соединяющей первичные природные ресурсы с конечной продукцией. Тем самым экономический механизм природопользования (в узком смысле) должен стать частью общего механизма, регулирующего функционирование отдельных производств в природно-продуктовой вертикали, и быть ориентированным на конечные результаты.

3. Экономический механизм природопользования в секторах/комплексах должен формироваться на межсекторальной, межотраслевой и межрегиональной основе. Этот принцип можно проиллюстрировать на примере взаимозависимого характера развития агропромышленного и топливно-энергетического комплексов при альтернативных вариантах решения экологических проблем. В этих случаях эффективный экономический механизм природопользования может быть создан только на основе комплексного подхода.

Существует три типа экономических механизмов природопользования: компенсирующий (мягкий, пассивный) механизм; стимулирующий; жесткий («подавляющий»). При изучении темы необходимо уметь охарактеризовать каждый.

ФЗ "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ регламентирует методы экономического регулирования в ООС, плату за негативное воздействие на окружающую среду, предпринимательскую деятельность, осуществляемую в целях ООС, затрагивает вопросы экологического страхования, а также называет виды ответственности за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды и провозглашает обязанность полного возмещения вреда окружающей среде.

Ущерб, наносимый вследствие загрязнения природной среды - это фактическое проявление потерь: экологических, социальных, экономических. Различают прямой ущерб, т.е. ущерб вследствие непосредственного ухудшения здоровья и условий жизнедеятельности человека; и - косвенный ущерб - ущерб, как создание предпосылок для ухудшения жизнедеятельности человека или незаметного во времени и пространстве воздействия на потенциальные возможности природной составляющей в системе «общество - природная среда».

Ущерб можно представить также в виде отрицательного общественного потребления, т.е. затрат на ликвидацию негативного воздействия на окружающую среду. Ущерб может быть представлен в различных временных интервалах: одномоментный (авария), перманентный (эрозия, засорение почв), латентный (проявляется со временем)

Универсальной единой единицы измерения ущерба не существует, т.к. рассматривается воздействие на человека на разных уровнях.

Величина ущерба может определяться в соответствии с разными методиками. За основу определения экономического ущерба берется «Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды», разработанная в 1986г.

#### *Вопросы и задачи для самопроверки*

1. Дайте определение термину «экономика природопользования».
2. Перечислите принципы разработки эффективной концепции экономического механизма природопользования.
3. Опишите суть компенсирующего механизма природопользования.
4. Опишите суть стимулирующего механизма природопользования.
5. Опишите суть жесткого механизма природопользования.
6. Каковы методы экономического регулирования в охране ОС согласно ФЗ «Об охране окружающей среды»?
7. Какие виды негативного воздействия на ОС являются платными согласно ФЗ «Об охране окружающей среды»?
8. Какие виды ответственности за нарушение законодательства в области охраны ОС существуют?
9. Каково максимальное наказание согласно УК РФ за загрязнение вод?
10. Дайте определение понятию «ущерб ОС».
11. Каким образом можно рассчитать ущерб окружающей среде?

## 12. Каковы временные интервалы ущерба?

**6. Методические рекомендации по подготовке обучающегося к промежуточной аттестации**

Учебным планом по дисциплине «Экология» предусмотрена следующая форма промежуточной аттестации: **экзамен**.

Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов освоения дисциплины.

При подготовке к экзамену целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

При повторении материала нежелательно использовать много книг. Основным источником подготовки к экзамену является конспект лекций. Следует запоминать термины и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других. В ходе подготовки обучающимся необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания категорий и реальных профильных проблем. Подготовка к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала. В этот период полезным может быть общение обучающихся с преподавателями по дисциплине на групповых и индивидуальных консультациях.

Подготовку по билету на экзамене надо начинать с того, что помнится лучше всего. Однако, готовясь по одному вопросу, на отдельном листе нужно постоянно кратко записывать и те моменты, которые «всплывают» в памяти и по другим вопросам билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также, с разрешения экзаменатора, справочной литературой.

По окончании ответа экзаменатор может задать обучающемуся дополнительные и уточняющие вопросы.

Положительным будет стремление обучающегося изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам.