

**Методические материалы для обучающихся
по освоению дисциплины**

Экология
наименование дисциплины

Направление подготовки: 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника
объектов морской инфраструктуры
код и наименование направления подготовки /специальности

Направленность (профиль):
«Кораблестроение, техническое обслуживание и ремонт судов»
наименование направленности (профиля) /специализации

Мурманск
2026

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 по дисциплине «Экология» (промежуточная аттестация – зачет с оценкой) заочная форма

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1.	Посещение и работа на лекциях (4 лекции)	10	20	По расписанию
	Нет посещений – 0 баллов, каждая лекция – 5 баллов			
2.	Практические занятия/семинары	50	80	По расписанию
	Выполнение 4 практических работ в срок - 80 баллов; выполнение 4 практических работ не в срок- 50 баллов. Каждая практическая работа в срок – 20 баллов, не в срок – 12,5 баллов. Выполнение 2 и менее практических работ – 0 баллов.			
	ИТОГО за работу в семестре	min - 60	max - 100	
Промежуточная аттестация «зачет с оценкой»				
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	min – 60	max - 100	

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

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

Теоретические сведения:

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 (рис. 1).

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.



Рис. 1. 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.

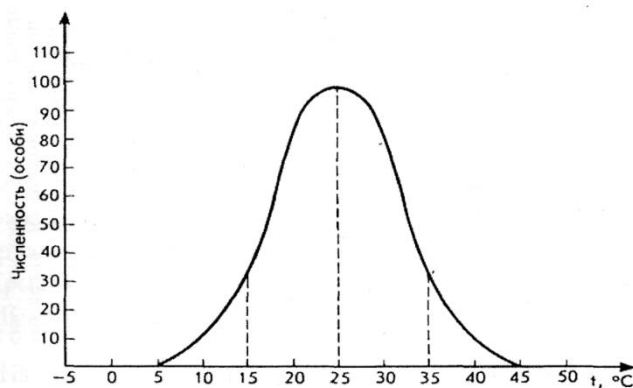
Типы взаимоотношений	Определения
Мутуализм (симбиоз)	Взаимодействие особей двух видов, при котором для одних последствия отрицательны, а для других нейтральны.
Хищничество	Особи одного вида используют остатки пищи особей другого вида.
Паразитизм	Совместное взаимовыгодное сосуществование особей двух или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

- а) температуру, оптимальную для этого насекомого;
- б) диапазон температуры зоны оптимума;
- в) диапазон температуры зоны пессимума;
- г) две критические точки;
- д) пределы выносливости вида.

6. На рис. 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.

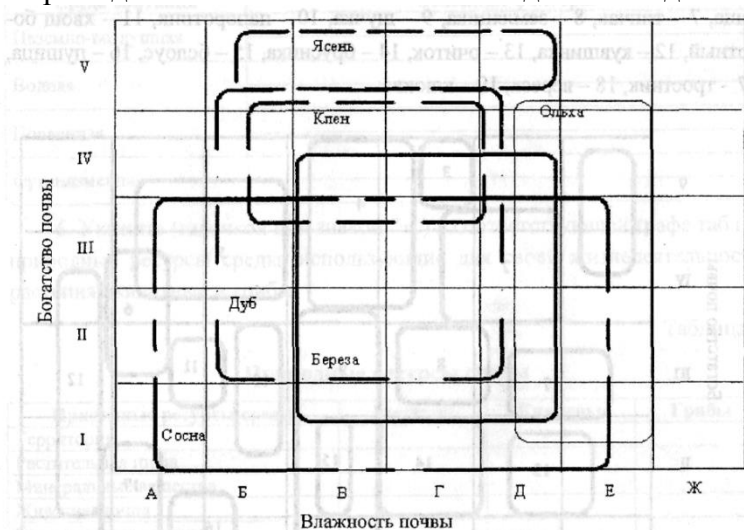


Рис. 2 Зоны толерантности некоторых видов деревьев

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 №2

«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, относящимися 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 3, к какой функциональной группе (или группам) экосистемы он относится.

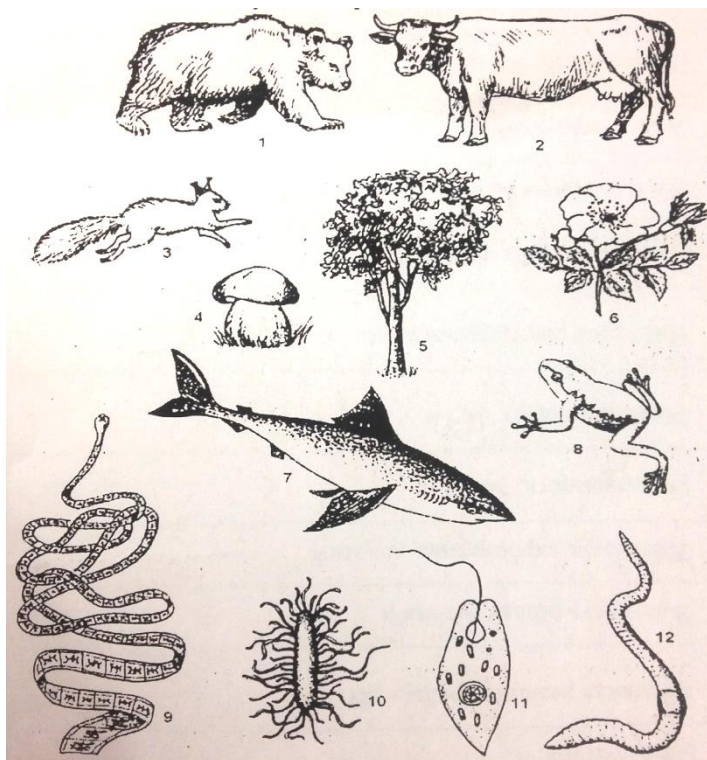


Рисунок 3

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

Выпишите (по рисунку) виды, относящиеся к:

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

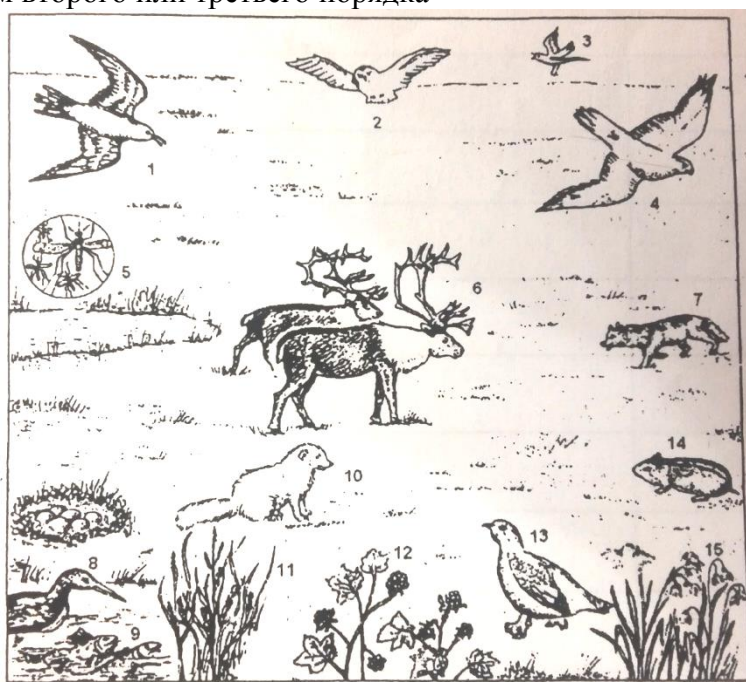


Рисунок 4

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, яблоневая плодожорка, 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 5 видами животных и растений биоценоза степи.

Выпишите (по рисунку) виды, относящиеся к:

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

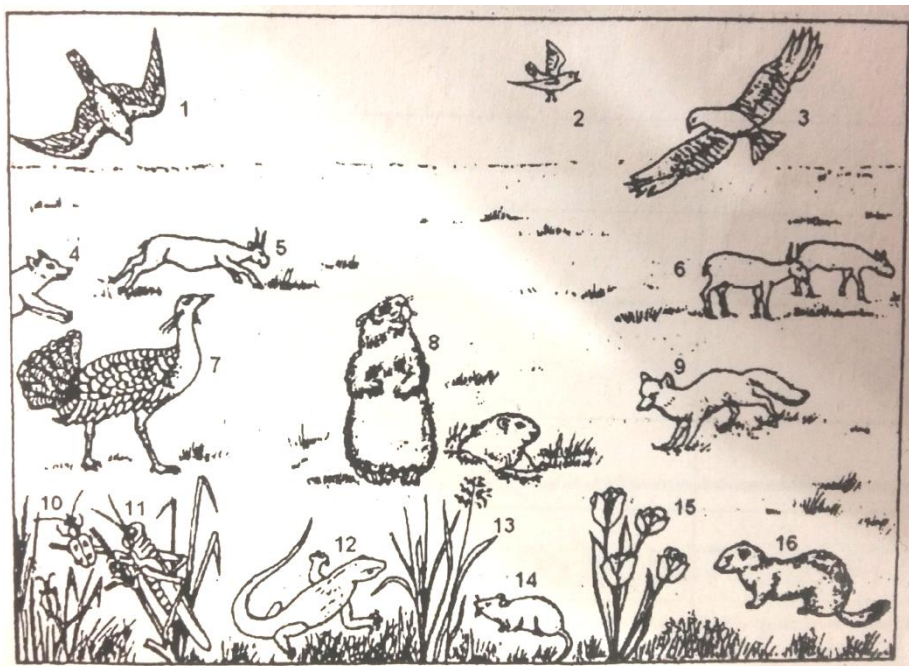


Рисунок 5

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

«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_{р.з.}), мг/м³. 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_{м.р.}), мг/м³. 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_{с.с.}), мг/м³, 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 ($ВДК_{р.з.}$ или $ОБУВ_{р.з.}$), $мг/м^3$. 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 ($ВДК_{а.в.}$), $мг/м^3$, 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 ($ПДК_в$), $мг/дм^3$, 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, ($ПДК_{в.р.}$), $мг/дм^3$. Величина последней для подавляющего большинства нормируемых веществ всегда значительно меньше $ПДК_в$. 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 ($ВДК_в$ или $ОБУВ_в$), $мг/дм^3$. 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 ($ПДК_п$), $мг/кг$. 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 ($ВДК_{\text{п}}$ или $ОБУВ_{\text{п}}$), 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/м³.
- контрольное загрязнение поверхности радиоактивными веществами (КЗ), частица/(см·мин).

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

$$C \leq \text{ПДК} \quad (51)$$

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:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1 \quad (52)$$

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 мг/м³, фтороводород концентрацией 0,001 мг/м³, ацетон концентрацией 0,3 мг/м³ и фенол концентрацией 0,001 мг/м³.

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 (мг/дм³): железо – 0,01 мг/дм³; кобальт – 0,006 мг/дм³; карбомол – 0,3 мг/дм³; мышьяк – 0,005 мг/дм³.

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

	С _{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 мг/кг, бетанол концентрацией 0,03 мг/кг, линурон концентрацией 3 мг/кг и гексахлоран концентрацией 0,02 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 линурана 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 , м³/ч. Вещества, содержащиеся в потоках, и их концентрации (в мг/дм³) указаны ниже. Качество воды, сбрасываемой в водоем, должно удовлетворять требованиям, предъявляемым к качеству воды в соответствующем водоеме.

$V_1 = 20$; $V_2 = 180$ м³/ч; в первом потоке содержатся: аммиак (3 мг/дм³), ацетон (2 мг/дм³), бензол (3 мг/дм³), во втором – дихлорфенол (0,0003 мг/дм³), железо (0,05 мг/дм³), кобальт (0,03 мг/дм³).

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_{р/х}, 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/м³), указанных в таблицах ниже.

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 ⁻⁴	10 ⁻³	1·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁴	4·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴

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 ⁻⁴	10 ⁻³	1·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁴	4·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴

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	1·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁴	4·10 ⁻⁴	2·10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴

2. Оценить качество воды в водоеме рыбохозяйственного назначения, если известно, что в ней одновременно присутствуют химические соединения в количествах (мг/дм³), указанных в таблицах ниже.

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 таблицах ниже.

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 , м³/ч. Вещества, содержащиеся в потоках, и их концентрации (в мг/дм³) 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 №4

«Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива»

Методические указания.

Цель практического занятия: закрепить теоретические знания и навыки самостоятельной работы, полученные в процессе обучения по теме 3 «Механизмы обеспечения экологической безопасности»

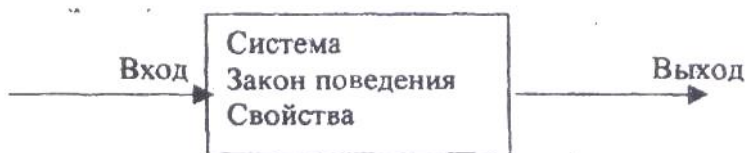
Материальный баланс веществ при сжигании топлива

Метод материальных балансов - один из наиболее применяемых при расчете процессов, происходящих в любой системе, в том числе экологической. Понятие системы — одно из самых общих. Систему можно определить как совокупность элементов, определенным образом связанных и взаимодействующих между собой. То есть любой объект, реальный или мыслимый, целостные свойства которого могут быть представлены как результат взаимодействия образующих его частей, можно считать системой.

Части системы называют элементами системы. Элементы системы могут быть физическими, химическими, биологическими или смешанными. Любая экосистема является открытой системой, т.е. она должна получать и отдавать вещество и энергию.

Структуру системы определяет способ взаимодействия элементов, и, что очень важно, это взаимодействие приводит к возникновению новых свойств системы, ее новых целостных характеристик.

Отличительной чертой любой системы является наличие у нее входа и выхода, причем определенное изменение входной величины влечет за собой некоторое изменение и выходной величины (рис. 1).

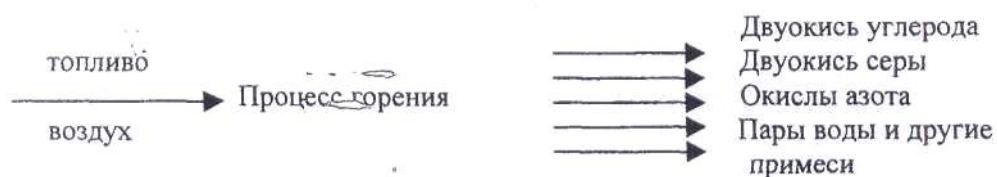


Зависимость выходной величины от входной определяется законом поведения системы. В идеальном случае этот закон может быть выражен математическим уравнением, имеющим аналитическое решение. В такое уравнение входит некоторое число постоянных или параметров, характеризующих определенные свойства экосистемы.

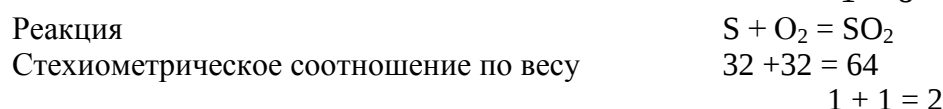
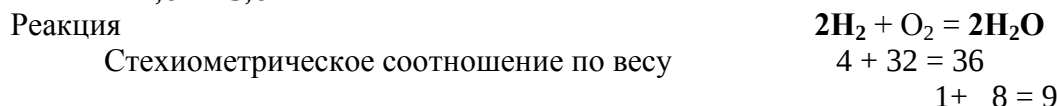
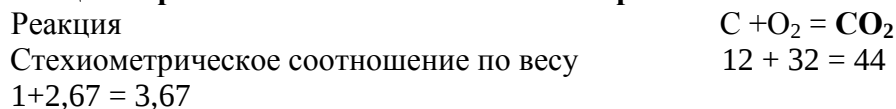
1. Процесс сжигания твердых и жидких видов топлив.

В соответствии с законом сохранения массы суммарная масса всех продуктов сгорания топлива— загрязняющих веществ равна массе сжигаемого топлива плюс масса

расходуемого при сжигании воздуха масса входных потоков вещества должна быть равна массе выходных потоков.



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**



Стехиометрические соотношения по весу 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 тонн углекислого газа. 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 табл. 1 для основных видов твердого и жидкого топлива.

Таблица 1 Элементный состав основных видов органического топлива

Вид топлива	Состав горючей массы, %				
	C	H	O	N	S
Древесина	51	6	42,5	0,5	-
Торф	58	6	33,0	2,5	0,5
Бурый уголь	71	7	20,4	1	0,6
Антрацит	90	4	3,2	1,5	1,3
Сланцы	70	8	16,0	1	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 ($M_{\text{кисл}}$ и $M_{\text{возд}}$):

$$M_{\text{кисл}} = M_{\text{топл}} \cdot (2,67 \cdot C/100 + 8 \cdot H/100 + S/100 - O/100);$$

$$M_{\text{возд}} = M_{\text{кисл}} / 0,2314,$$

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

2. Масса образующихся основных продуктов сгорания:

$$M_{CO_2} = (3,67 \cdot C/100) \cdot M_{топл}$$

$$M_{SO_2} = (2 \cdot S/100) \cdot M_{топл} \quad M_{H_2O} = (9 \cdot H/100) \cdot M_{топл}$$

$$M_{\text{азота и др. инертных газов}} = M_{\text{возд}} \cdot 0,7686 + (N/100) \cdot M_{топл}$$

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

Контрольное задание

1. Построить материальные балансы веществ при сжигании 1 тыс. т приведенных в табл. 1 видов органического топлива.

Виды топлива	Вход в систему				Выход из системы				
	Масса топлива, тыс. т	Масса O_2 , тыс. т	Масса воздуха, тыс. т	Σ топл +возд, тыс. т	Масса CO_2 , тыс. т	Масса SO_2 , тыс. т	Масса H_2O , тыс. т	Масса NO_2 , тыс. т	Σ загр. В-в, тыс. т
Древесина	1000								
Торф	1000								
Бурый уголь	1000								
Антрацит	1000								
Сланцы	1000								
Мазут	1000								

2. Определить вид топлива, наиболее загрязняющий атмосферу сернистым газом.
3. Определить вид топлива, потребляющий наибольшее количество кислорода при сжигании
4. Определить вид топлива, при сжигании которого выделяется наибольшее количество углекислого газа.
5. Определить количество углекислого газа, выделяющегося при сжигании 3,4 тыс. т мазута.

Приложение 1

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест

Вещество	ПДК, мг/м ³		
	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 ³	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 ₃	0,4	0,15	2
Кислота серная по формуле HSO ₄	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
Серовуглерод	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/дм³) в воде водных объектов

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	1

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

					(0,00001)	
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.	Отсутствие	3	Токс.	Отсутствие (0,00001)	1
Хлороформ	Сан.-токс.	0,06	2	–	–	–
Хром (Cr ³⁺)	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: БПК₅, 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

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
Пестициды:		
- 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. 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.

4. 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 МАУ, в домашних условиях, в специальных помещениях для самостоятельной работы в МАУ 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.¹ Трофическая цепь - последовательный ряд организмов, в котором каждое последующее звено поедает предшественника по цепи. Совокупность трофических цепей в экосистеме представляет собой трофическую сеть.

¹ <http://cyclowiki.org/wiki/>

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 состояния популяций с целью принятия своевременных 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 соотношение «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 stenотермных, 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 уравнивались.

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 1960-е 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.²

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.).³

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. Деградация природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и утрата биологического разнообразия сокращают способность экологических систем к самовосстановлению.

Вопросы для самопроверки

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?

² http://www.globaltrouble.ru/demograficheskaya_problema/

³ <http://ru.wikipedia.org/>

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 видовой 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. 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 единым 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 неперенным следствием в виде снижения продуктивности данной экосистемы. Различают химические, физические, биоценоотические, 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?

5. Методические рекомендации по подготовке обучающегося к промежуточной аттестации

Учебным планом по дисциплине «Экология» предусмотрена следующая форма промежуточной аттестации: **зачет с оценкой**.

Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов освоения дисциплины.

Форма промежуточной аттестации «зачет» предполагает установление факта сформированности компетенций на основании оценки освоения обучающимся программного материала по результатам текущего контроля дисциплины (модуля) в соответствии с технологической картой.

Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине, то он считается аттестованным.

Таким образом, подготовка к зачету предполагает подготовку к аудиторным занятиям и внеаудиторному текущему контролю всех форм.