

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра техносферной  
безопасности

**Методические указания**  
**к выполнению практических работ и контрольной работе**

По дисциплине: **ЭКОЛОГИЯ**

для специальности 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Форма обучения: **очная, заочная**

Мурманск  
2020

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

|  |   |
|--|---|
| I ВВЕДЕНИЕ.....  | 3 |
| II ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.....  | 4 |
| III МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ<br>ЗАНЯТИЙ..... | 4 |

## I. ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по дисциплине «Экология» предназначены для проведения со студентами направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование практических занятий и выполнения контрольной работы.

Учебным планом по указанной дисциплине предусматриваются практические занятия, контрольная работа, реферат. По данной дисциплине сдается зачет.

На занятиях студенты решают задачи на основе знаний, полученных в ходе практических занятий и самостоятельной работы. Перед началом решения студентам дается краткий обзор способов, последовательности решения и основных правил используемых для практического решения задач.

**Основная цель практических занятий** – углубленная проработка отдельных разделов курса, знакомство с понятийным аппаратом этой дисциплины и его освоение, овладение практическими приемами обработки аналитических данных при решении практических задач.

Все практические работы завершаются самостоятельным анализом полученных результатов, который представляется в виде кратких выводов или заключения.

**Задачи** дисциплины:

- ознакомить обучающихся с терминологией экологии, охраны окружающей среды и рационального природопользования;
- сформировать навыки самостоятельного получения знаний в области экологии и охраны окружающей среды, рационального природопользования;
- сформировать способность к критическому анализу проектов с точки зрения ресурсо-и энергосбережения.

Для достижения поставленных целей и задач и успешного освоения курса должны быть сформированы общекультурные и профессиональные компетенции, которыми должен обладать бакалавр по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование:

а) общекультурных (ОК):

– способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

б) профессиональных (ПК):

- способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки (ПК-1).

## II. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| № п\п | Наименование практических работ  | Кол-во часов |          |
|-------|--|--------------|----------|
|       |  | Очная        | Заочная  |
| 1     | 2  | 3            | 4        |
| 1.    | Трофическая структура экосистем.   | 2            | -        |
| 2.    | Демографическая структура популяций. Основные закономерности роста популяций       | 2            | -        |
| 3.    | Воздействие экологических факторов на живые организмы. Определение зоны оптимума   | 2            | -        |
| 4.    | Оценка качества окружающей среды   | 2            | 1        |
| 5.    | Семинар по теме: "Загрязнение окружающей среды. Глобальные экологические проблемы" | 2            | -        |
| 6.    | Плата за сброс СВ  | 2            | -        |
| 7.    | Семинар по теме: "Экозащитная техника"   | 2            | 1        |
|       | <b>Итого:</b>  | <b>14</b>    | <b>2</b> |

## III. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ.

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 «Трофическая структура экосистем»

#### Методические указания

1. Вставьте в текст пропущенные слова:

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

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

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

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

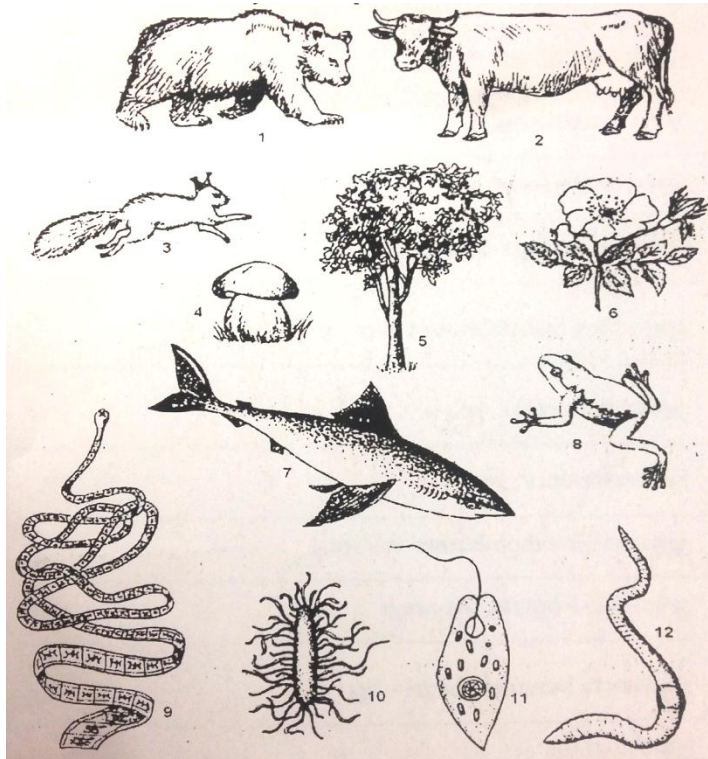


Рисунок 1

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

Выпишите (по рисунку) виды, относящиеся к:

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

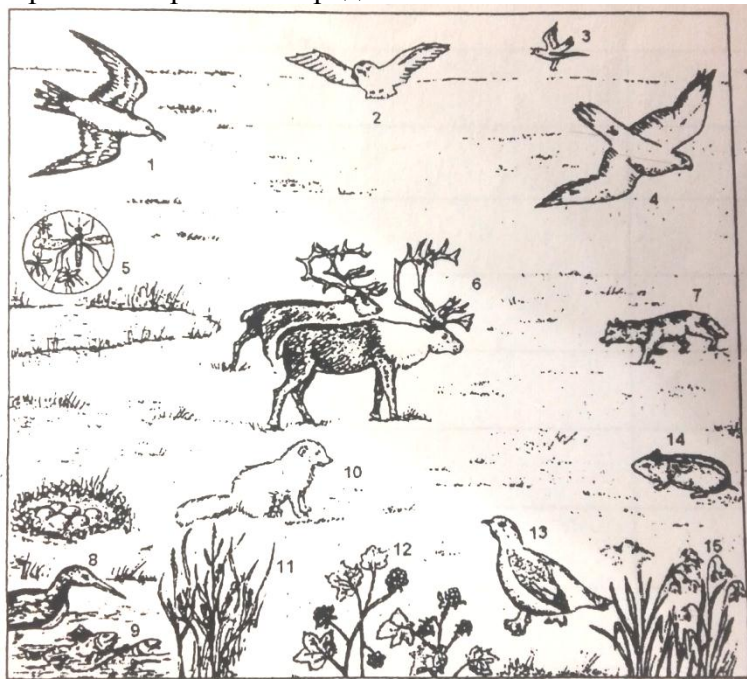


Рисунок 2

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

Корова, лев, амёба, паук, волк, заяц, мышь, зелёный кузнечик, ястреб, гусь, лисица, щука, антилопа, гадюка, степная черепаха, виноградная улитка, дельфин, колорадский жук, бычий

цепень, гусеница капустной белянки, белый медведь, пчела, кровососущий комар, стрекоза, яблоневая плодовая тля, серая акула.

6. Вставьте пропущенные слова.

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

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

Выпишите (по рисунку) виды, относящиеся к:

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

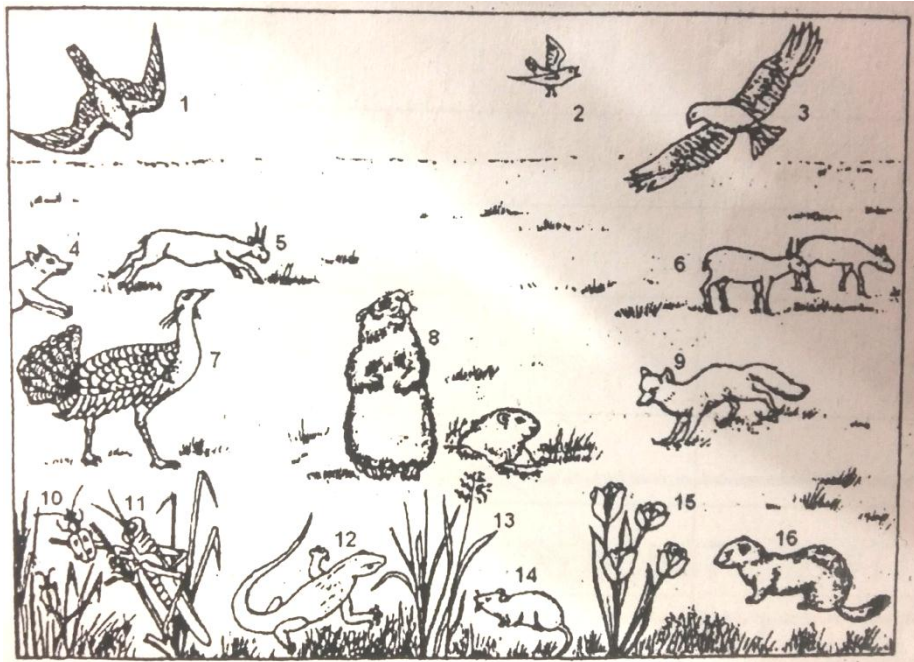


Рисунок 3

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

«Демографическая структура популяций. Основные закономерности роста популяций»

### Методические указания

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

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

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

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

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

#### *Контрольное задание*

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

| Возраст рыб в годах | Улов трески в млн. экземпляров |           |
|---------------------|--------------------------------|-----------|
|                     | 50-е годы                      | 80-е годы |
| От 3 до 6           | 42                             | 246       |
| От 6 до 11          | 179                            | 134       |
| От 11 до 16         | 37                             | 1         |
| От 16 до 20         | 2                              | 0         |

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

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

### **Основные закономерности роста популяций**

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

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

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

и его решение имеет вид

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

или

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

где  $n$  – численность популяции,

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

$a$  – константа.

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

2. **Экспоненциальный рост.** Уравнение, описывающее изменение численности популяции,

в этом случае имеет вид

$$dn/dt = r n,$$

его решение

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

или

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

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

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

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

С учетом (4) выражение (2) принимает вид

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

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

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

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

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

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

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

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

его решение

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

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

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

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

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

Отсюда легко определить параметры j-образной кривой

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

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

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

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

его решение

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

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

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

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

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

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



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

его решение

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

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

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

*Контрольное задание.*

1. По данным о численности мирового народонаселения, приведённым в таблице 1, построить гиперболическую кривую, описывающую этот рост.

Таблица 1 - Численность мирового народонаселения

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

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

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

Таблица 2 – Варианты задания

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

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

«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.

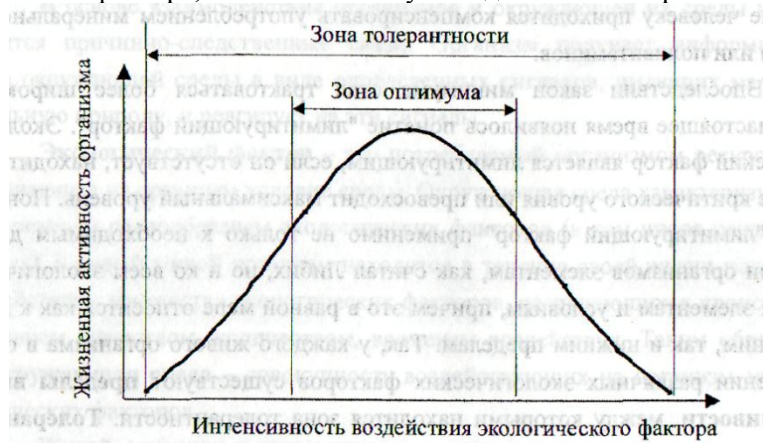


Рис. 1. Зависимость жизненной активности организма от интенсивности воздействия экологического фактора

#### 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 |               |
|               |             |               |

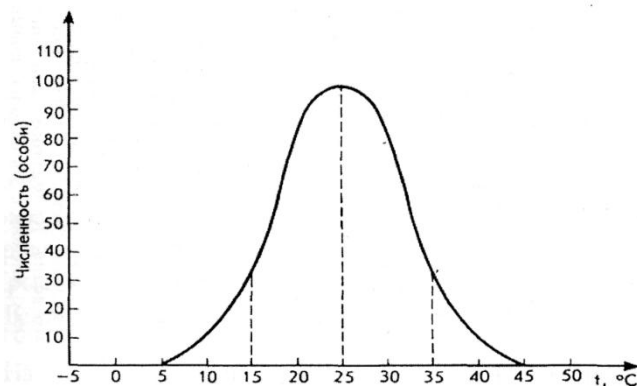
2. Соедините стрелками понятия и соответствующие им определения.

| Типы взаимоотношений          | Определения   |
|-------------------------------|---|
| Мутуализм (симбиоз)           | Взаимодействие особей двух видов, при котором для одних последствия отрицательны, а для других нейтральны.  |
| Хищничество                   | Особь одного вида использует остатки пищи особей другого вида.  |
| Паразитизм                    | Совместное взаимовыгодное сосуществование особей двух или более видов   |
| Комменсализм (нахлебничество) | Особь одного вида предоставляет убежища особям другого вида, и это не приносит хозяину ни вреда, ни пользы.   |
| Комменсализм (квартиранство)  | Совместное обитание особей двух видов, непосредственно не взаимодействующих между собой.  |
| Аменсализм                    | Особь 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                    | Особь одного вида поедает 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 \_\_\_\_\_  
 КВАРТИРАНСТВО \_\_\_\_\_  
 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.

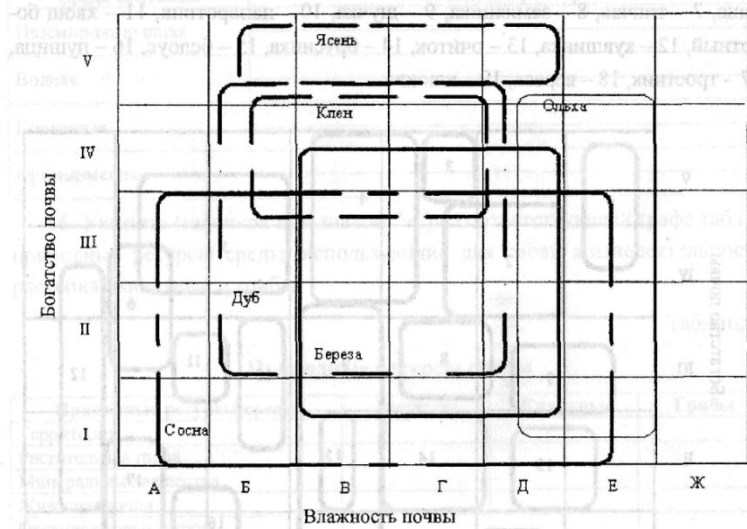


Рис. Зоны толерантности некоторых видов деревьев

На схеме использованы следующие обозначения:

- 1) ступеней шкалы богатства (плодородия) почв: I - очень бедные (верховые торфяные болота); II - бедные (сухие луга, сосновые боры); III - небогатые (еловые и смешанные леса, луга); IV - богатые (низинные луга и болота, дубравы); V - очень богатые (степи, полупустыни, пустыни);
- 2) ступеней шкалы влажности (увлажнения) почв: А - очень сухие почвы, Д - избыточно увлажненные почвы, Б - сухие почвы, Е - обводненные почвы, В - среднеувлажненные почвы, Ж - вода (водная среда), Г - умеренно влажные почвы.

Проанализируйте схему и ответьте на следующие вопросы:

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

#### **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4** «Оценка качества окружающей среды»

##### **Методические указания.**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воде водоемов

культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения (ПДК<sub>в</sub>), мг/дм<sup>3</sup>, при которой не должно оказываться прямого или косвенного вредного воздействия на организм человека в течение всей его жизни, а также на здоровье последующих поколений и не должны ухудшаться гигиенические условия водопользования (Приложение 2).

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

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

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

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

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

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

При оценке *шумового загрязнения* биосферы используются следующие показатели.

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

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

проявляется или проявляется незначительно.

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

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

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

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

Оценка *радиоактивного загрязнения* окружающей среды проводится с использованием показателей трех видов: основного дозового предела, допустимого уровня и контрольного уровня.

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

Показатели допустимого уровня:

- предельно допустимое годовое поступление радиоактивных веществ в организм работающих (ПДД), кБк/год, которое в течение 50 лет создает в критическом органе дозу, равную 1 ПДД;
- предел годового поступления радиоактивных веществ в организм человека (ППП), кБк/год, за 70 лет создающий в критическом органе эквивалентную дозу, равную 1 ПД;
- допустимое среднегодовое содержание радиоактивных веществ в организме (критическом органе) (ДС), при котором доза облучения равна ППД или ПД, кБк;
- допустимое загрязнение поверхности (почвы, одежды, транспорта, помещений и т.д.)

(ДЗ), частица/(см/мин).

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

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

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

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

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

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

$$C \leq \text{ПДК} \quad (51)$$

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/м<sup>3</sup>, фтороводород концентрацией 0,001 мг/м<sup>3</sup>, ацетон концентрацией 0,3 мг/м<sup>3</sup> и фенол концентрацией 0,001 мг/м<sup>3</sup>.



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/дм<sup>3</sup>): железо – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>; кобальт – 0,006 мг/дм<sup>3</sup>; карбомол – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>; мышьяк – 0,005 мг/дм<sup>3</sup>.

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

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

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

Вывод: качество воды в водоеме рыбохозяйственного назначения удовлетворительное.

### Пример 3

Оценить качество почвы, если известно, что в ней одновременно присутствуют атразин концентрацией 0,004 мг/кг, бетанол концентрацией 0,03мг/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 линурона превышает ПДК.

#### Пример 4

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Контрольное задание

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

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

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

| Вариант        | 19               | 20               | 21                 | 22                 | 23                 | 24                 | 25                 | 26                 | 27               |
|----------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| Диоксид серы   | 0,005            | 0,006            | 0,04               | 0,03               | 0,02               | 0,01               | 0,009              | 0,008              | 0,007            |
| ДИОКСИД АЗОТА  | 0,001            | 0,002            | 0,003              | 0,001              | 0,002              | 0,003              | 0,004              | 0,01               | 0,004            |
| ОКСИД УГЛЕРОДА | 1                | 2                | 1,1                | 1,2                | 1,3                | 1,1                | 1,2                | 1,5                | 1,6              |
| ФЕНОЛ          | 10 <sup>-4</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 1·10 <sup>-4</sup> | 2·10 <sup>-4</sup> | 3·10 <sup>-4</sup> | 4·10 <sup>-4</sup> | 2·10 <sup>-4</sup> | 5·10 <sup>-4</sup> | 10 <sup>-4</sup> |

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

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

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

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

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

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

| Вариант | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

|         |       |       |       |       |       |      |      |      |      |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| Бензин  | 0,001 | 0,003 | 0,005 | 0,006 | 0,007 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| Ванадий | 140   | 132   | 18    | 65    | 74    | 152  | 150  | 27   | 46   |
| Мышьяк  | 1,5   | 1,6   | 1,7   | 1,8   | 1,9   | 2,0  | 2,3  | 0,6  | 5,3  |
| МЕДЬ    | 0,01  | 0,02  | 0,03  | 0,04  | 0,05  | 1,6  | 0,7  | 2,8  | 2,9  |

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

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

|                |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Вариант</b> | <b>1</b>          | <b>2</b>          | <b>3</b>          | <b>4</b>          | <b>5</b>          | <b>6</b>          | <b>7</b>          | <b>8</b>          |
| $V_1$ :        | 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               |

|                |          |           |           |           |           |           |           |           |
|----------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Вариант</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>13</b> | <b>14</b> | <b>15</b> | <b>16</b> |
| $V_1$ :        | 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 <sub>2</sub> : | 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 <sub>1</sub> : | 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 <sub>2</sub> : | 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 №5

#### «Загрязнение окружающей среды. Глобальные экологические проблемы»

##### Методические указания.

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

1. Определение загрязнения. Основные загрязнители биосферы, их действие на организм человека и окружающую среду.
2. Загрязнения и их классификация. Источник и формы загрязнений.
3. Загрязнения атмосферы. Основные группы загрязняющих веществ, их экологическое действие, источники поступления.
4. Загрязнения гидросферы. Загрязнение рек, озер.
5. Классификация отходов. Методы их переработки.
6. Причины и механизм возникновения парникового эффекта.
7. Причины и механизм возникновения кислотных осадков.
8. Истощение озонового слоя.
9. Проблема роста народонаселения.
10. Проблема нехватки продовольствия.
11. Проблема нехватки пресной воды.
12. Проблема накопления отходов.
13. Проблема уничтожения биоразнообразия.
14. Проблема истощения природных ресурсов.
15. Проблема атомного оружия.
16. Загрязнение Мирового океана.
17. Фотохимический смог.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6

### «Плата за сброс СВ»

#### Методические указания.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Одним из направлений налоговой реформы, реализуемой в России, является увеличение в общей сумме налоговых поступлений в бюджет платежей (налогов) за природные ресурсы. Так, с 1998 г. введены *платежи за животный мир*, расширен перечень ранее применявшихся *платежей за воду*.

В России взимается *плата за следующие виды загрязнений*:

1. выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников загрязнения,
2. сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты;
3. размещение отходов.

Эмиссионные платежи выполняют следующие основные функции:

- являются важнейшим средством компенсации ущерба, наносимого окружающей природной среде, здоровью населения и материальным ценностям в результате выбросов (сбросов) вредных веществ и размещения отходов;
- служат основным источником формирования специализированных фондов охраны природы, средства которых используются для финансирования природоохранных мероприятий, оздоровления окружающей среды и повышения уровня экологической безопасности производства и потребления;
- стимулируют соблюдение экологических нормативов и стандартов, что приводит к уменьшению загрязнения окружающей среды.

Базовые нормативы платежей по отдельным видам загрязняющих веществ и отходов с учетом степени их опасности для окружающей среды и здоровья населения устанавливаются централизованно

Федеральным Правительством. Далее эти нормативы уточняются с поправкой на экологическую ситуацию и экологические факторы регионов.

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

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

#### Контрольное задание

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

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

Таблица 1 – Исходные данные для расчета контрольного задания

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

\* Платежи за загрязнение вносятся предприятием один раз в год



| Номер варианта | БПК <sub>полн</sub> |                | Нефте-продукты | Нитриты        |                | Нитраты        |                | Фенол | Взвешен-ные вещества |                |
|----------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|----------------------|----------------|
|                | C <sub>ф</sub>      | C <sub>л</sub> |                | C <sub>ф</sub> | C <sub>л</sub> | C <sub>ф</sub> | C <sub>л</sub> |       | C <sub>ф</sub>       | C <sub>л</sub> |
| 18             | 23                  | 10             | 0,06           | 0,5            | 0,25           | 9              | 6              | 0,25  | 21                   | 15             |
| 19             | 40                  | 25             | 2,4            | 0,8            | 0,3            | 10             | 8              | 0,7   | 35                   | 20             |
| 20             | 10                  | 5              | 1,6            | 0,3            | 0,2            | 5              | 1              | 0,05  | 15                   | 7              |

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

Исходные данные примера сведены в таблицу 2.

Таблица 2 - Исходные данные для расчета водных эмиссионных платежей

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

k<sub>инд</sub> – коэффициент индексации, равен 90;

A – коэффициент относительной опасности вещества, A = 1/ПДК.

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

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

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

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

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

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

$$П_i = (П_{н} + П_{л} + П_{сл}) \cdot k_{э} \cdot k_{с};$$

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

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

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

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

Таблица 3 – Результаты расчеты данных таблицы 2

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

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6**

### **«Экозащитная техника»**

#### **Методические указания.**

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

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

## Приложение 1

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

| Вещество  | ПДК, мг/м <sup>3</sup> |                                |                 |
|---|------------------------|--------------------------------|-----------------|
|   | Максимальная разовая   | Средне-суточная                | Класс опасности |
| Азота диоксид   | 0,085                  | 0,04                           | 2               |
| Азота оксид   | 0,4                    | 0,06                           | 3               |
| Аммиак  | 0,2                    | 0,04                           | 4               |
| Ацетон  | 0,35                   | 0,35                           | 4               |
| Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)                                      | -                      | 0,1 мкг/<br>100 м <sup>3</sup> | 1               |
| Бензол  | 1,5                    | 0,1                            | 2               |
| Бром  | -                      | 0,04                           | 2               |
| Бромбензол  | -                      | 0,03                           | 2               |
| Взвешенные вещества*  | 0,5                    | 0,15                           | 3               |
| Гексан  | 60                     | -                              | 4               |
| О,О-Диметил-S-(1,2-бискарбэтоксиэтил)<br>дитиофосфат (карбофос)   | 0,015                  | -                              | 2               |
| О,О-Диметил-(1-гидрокси-2,2,2-трихлорэтил)<br>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               |
| Капролактамы (пары, аэрозоль)                                     | 0,06                   | 0,06                           | 3               |

\* 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.

## Продолжение таблицы

| Вещество   | ПДК, мг/м <sup>3</sup> |                 |                 |
|--|------------------------|-----------------|-----------------|
|  | Максимальная разовая   | Средне суточная | Класс опасности |
| Кислота азотная по молекуле HNO <sub>3</sub>   | 0,4                    | 0,15            | 2               |
| Кислота серная по формуле H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   | 0,3                    | 0,1             | 2               |
| Кислота уксусная   | 0,2                    | 0,06            | 3               |
| Мышьяк, неорганические соединения (в пересчете на мышьяк)  | -                      | 0,003           | 2               |
| Нафталин   | 0,003                  | 0,003           | 4               |
| Никеля растворимые соли (в пересчете на никель)  | 0,002                  | 0,002           | 1               |
| Нитробензол  | 0,008                  | 0,008           | 2               |
| Озон   | 0,16                   | 0,03            | 1               |
| Пенициллин   | 0,05                   | 0,0025          | 3               |
| Сажа   | 0,15                   | 0,05            | 3               |
| Свинец и его соединения, кроме тетраэтилсвинца (в пересчете на свинец)                                 | -                      | 0,0003          | 1               |
| Сероводород  | 0,008                  | -               | 2               |
| Сероуглерод  | 0,03                   | 0,005           | 2               |
| Серы диоксид   | 0,5                    | 0,05            | 3               |
| Синтетические моющие средства типа "Кристалл" на основе алкилсульфата натрия (по алкилсульфату натрия) | 0,04                   | 0,01            | 2               |
| Скипидар   | 2                      | 1               | 4               |
| Спирт метиловый  | 1                      | 0,5             | 3               |
| Спирт этиловый   | 5                      | 5               | 4               |
| Толуол   | 0,6                    | 0,6             | 3               |
| Углерода оксид   | 5                      | 3               | 4               |
| Углерод четыреххлористый   | 4                      | 0,7             | 2               |
| Фенол  | 0,01                   | 0,003           | 2               |

Продолжение таблицы

| Вещество   | ПДК, мг/м <sup>3</sup> |                 |                 |
|--|------------------------|-----------------|-----------------|
|  | Максимальная разовая   | Средне суточная | Класс опасности |
| Формальдегид   | 0,035                  | 0,003           | 2               |
| Фтористые соединения (в пересчете на фтор):<br>газообразные соединения (фтористый водород, тетрафторид кремния); | 0,02                   | 0,005           | 2               |
| хорошо растворимые неорганические фториды (фторид натрия, гексафторсиликат натрия)                               | 0,03                   | 0,01            | 2               |
| плохо растворимые неорганические фториды (фторид алюминия, фторид кальция, гексафторалюминат натрия)             | 0,2                    | 0,03            | 2               |
| Фурфурол   | 0,05                   | 0,05            | 3               |
| Хлор   | 0,1                    | 0,03            | 2               |
| Циклогексан  | 1,4                    | 1,4             | 4               |
| Этил хлористый   | ---                    | 0,2             | 4               |
| Этилацетат   | 0,1                    | 0,1             | 4               |
| Этилбензол   | 0,02                   | 0,02            | 3               |
| Этилен   | 3                      | 3               | 3               |

Эффектом суммации обладают:

- аммиак и формальдегид;
- аммиак и сероводород;
- аммиак, сероводород и формальдегид;
- ацетон и фенол;
- аэрозоли оксида ванадия (5) и диоксид серы;
- бензол и ацетофенон;
- озон, диоксид азота и формальдегид;
- сероводород и формальдегид;
- диоксид серы и фенол;
- диоксид серы и оксид углерода, фенол и пыль конверторного производства;
- диоксид серы и триоксид серы, аммиак и оксиды азота;
- диоксид серы и фтороводород;
- сильные минеральные кислоты (серная, соляная и азотная);
- углерода оксид и пыль цементного производства;
- уксусная кислота и уксусный ангидрид;
- фенол и ацетофенон;
- фурфурол, метиловый и этиловый спирты;
- циклогексан и бензол;
- этилен, пропилен, бутилен и амилен.

## Приложение 2

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

| Наименование<br>ингредиента        | Водные объекты<br>хозяйственно-питьевого<br>и культурно-бытового<br>назначения |       |                        | Водные объекты<br>рыбохозяйственного<br>назначения |                             |                        |
|------------------------------------|--|-------|------------------------|--|-----------------------------|------------------------|
|                                    | ЛПВ*   | ПДК   | Класс<br>опасн<br>ости | ЛПВ  | ПДК                         | Класс<br>опасн<br>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<br>хлорэтан (ДДТ) | Сан-токс.  | 0,1   | 2                      | Токс.  | Отсутств<br>ие<br>(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<br>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.-<br>токс.                                     | 0,1                         | 4                      |
| Нитраты (по азоту)                 | Сан.   | 45,0  | 3                      | Сан.-<br>токс.                                     | 40                          |                        |

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



Продолжение таблицы

| Наименование ингредиента | Водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения |            |                 | Водные объекты рыбохозяйственного назначения |                      |                 |
|--------------------------|---|------------|-----------------|--|----------------------|-----------------|
|                          | ЛПВ   | ПДК        | Класс опасности | ЛПВ  | ПДК                  | Класс опасности |
| 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.  | Отсутствие (0,00001) | 1               |
| Свинец                   | Сан.  | 0,03       | 2               | Токс.  | 0,006                | 2               |
| Фенол                    | Орг.  | 0,001      | 4               | Рыбхоз.                                      | 0,001                | 3               |
| Формальдегид             | Сан.  | 0,05       | 2               | Сан.-токс.                                   | 0,01                 | 3               |
| Фтор (F <sup>-</sup> )   | 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 <sup>3+</sup> ) | Орг.  | 0,5        | 3               | Токс.  | 0,07                 | 3               |
| Цианиды                  | Сан.-токс.  | 0,1        | 2               | Токс.  | 0,05                 | 3               |
| Цинк                     | Сан.  | 1,0        | 2 3             | Токс.  | 0,01                 | 3               |

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

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

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

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

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

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

*Классы опасности:*

1 – чрезвычайно опасный,

2 – высоко опасный,

3 – опасный,

4 – умеренно опасный.

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

| Вещество  | Величина ПДК с учетом фона для почв под культуры, чувствительные к пестицидам | Примечание       |
|---|---|------------------|
| Атразин   | 0,01  |                  |
| Ацетальдегид  | 10,0  |                  |
| Бенз(а)пирен  | 0,02  |                  |
| Бензин  | 0,1   |                  |
| Бензол  | 0,3   |                  |
| Бетанол   | 0,25  |                  |
| Валексон  | 1,0   |                  |
| Ванадий   | 150   | Общесанитарный   |
| Ванадий + марганец  | 100+1000  |                  |
| Изопропилбензол   | 0,5   |                  |
| Кобальт   | 5   | Общесанитарный   |
| Комплексные гранулированные удобрения (КГУ) состава N:P:K=64:0:15 | 120   |                  |
| Комплексные жидкие удобрения (КЖУ) состава N:P:K=10:34:0          | 80  |                  |
| Линурон   | 1   |                  |
| Медь  | 3   | Общесанитарный   |
| Мышьяк  | 2   | Транслокационный |
| Нитраты   | 130   |                  |
| Отходы флотации угля (ОФУ)  | 3000  |                  |
| Ртуть   | 2,1   | Общесанитарный   |
| Свинец  | 6   | Общесанитарный   |
| Свинец + ртуть  | 20,0 + 1,0  |                  |
| Формальдегид  | 7   |                  |
| Хлорид калия  | 560   |                  |
| Полихлорбифенилы (суммарно)                                       | 0,06  | Общесанитарный   |

| Вещество   | Величина ПДК с учетом фона для почв под культуры, чувствительные к пестицидам | Примечание      |
|--|---|-----------------|
| <b>Пестициды:</b><br>- гексахлоран<br>- ДДТ и его метаболиты (суммарное количество)<br>- хлорофос<br>- карбофос<br>- полихлоркамфен<br>- полихлорпинен<br>- прометрин<br>- хлорамп | 0,1<br>0,1<br>0,5<br>0,5<br>0,5<br>0,5<br>0,5<br>0,05                         | Запрещено в с/х |

### Методические указания к контрольной работе

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

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

Ответы на вопросы выполняются в письменном виде и сдаются преподавателю.

### Список литературы:

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