

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ  
Северо-Кавказский филиал  
ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Московский технический университет связи и информатики»

Кафедра общенаучной подготовки

## **Экология**

Методические указания по лабораторным работам

для студентов очной формы обучения

Направление подготовки – **09.03.01**  
«Информатика и вычислительная техника»

Профили: Вычислительные машины, комплексы, системы и сети,  
Программное обеспечение и интеллектуальные системы

Ростов-на-Дону  
2019

УДК  
ББК  
Л

**Коршун А.М.** Экология. Методические указания по лабораторным работам. - Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал МТУСИ. 2019. – 41 с.

Методические указания соответствуют направлению подготовки **09.03.01**

«Информатика и вычислительная техника». Приведены задания для выполнения лабораторных работ и даны рекомендации по их выполнению.

Методические указания предназначены для студентов вуза, обучающихся по дисциплине «Экология».

**Составитель:**

доцент кафедры ОНП, к.г.н. Коршун А.М.

**Рецензент:** зав. кафедрой ОНП, к.ф.-м.н., доцент Конкин Б.Б.

Издание рассмотрено и утверждено

на заседании кафедры ОНП,

16.09. 2019 г. № 2

Отв. редактор Коршун А.М.

© СКФ МТУСИ, 2019

© Коршун А.М. 2019 г.

*Лабораторная работа №1*  
**Организм и среда. Биоценоз**

**1. Цели занятия:**

Студенты в результате проведения практического занятия должны:

- понять и запомнить классификацию экологических факторов, понимать различие между абиотическими и биотическими факторами;
- изучить закон **минимума Либиха** и закон **лимитирующих факторов Шелфорда**, которые устанавливают правила воздействия различных факторов среды на организмы;
- обратить внимание на уровни адаптации и на основные условия адаптации видов;
- знать различие между местообитанием и экологической нишей, виды экологических ниш.
- изучить биотические связи в биоценозах (трофические, топические, форические, фабрические);
- иметь представление о взаимоотношениях организмов в биоценозе (нейтрализм, конкуренция, мутуализм (симбиоз), межвидовая взаимопомощь, комменсализм, аменсализм, паразитизм, хищничество, аллелопатия);
- понять трофические взаимоотношения в биоценозе.

**2. Перечень используемого оборудования**

Персональные компьютеры с предустановленным лицензионным программным обеспечением не ниже Windows 7, Microsoft Office 2010 (аудитории: 101, 214, 218, 305, 310, 401) и с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

**3. Подготовка к занятию**

3.1 Подготовить ответы на вопросы по теме «*Организм и среда*»:

- a) Классификация экологических факторов (биотические, абиотические, антропогенные, экзогенные, эндогенные). Прямое и опосредованное влияние экологических факторов.
- b) Закономерности воздействия экологических факторов на организм: закон минимума Либиха, закон толерантности. Лимитирующие факторы. Приведите примеры.
- c) Постройте график, описывающий зависимость интенсивности жизнедеятельности организма от интенсивности действия любого произвольно выбранного вами абиотического фактора. Поясните рисунок.
- d) Особенности адаптации живых организмов к экологическим факторам (морфологические, физиологические, этологические). Охарактеризуйте разновидности адаптации и приведите конкретные примеры.
- e) Что характеризует экологическая валентность? Какие организмы называют эврибионтами? Какие организмы называют стенобионтами? Приведите примеры.

f) Биотические связи в биоценозах:

- трофические, топические, форические, фабрические. Приведите примеры.

g) Взаимоотношения организмов в биоценозе:

- нейтрализм, конкуренция, мутуализм (симбиоз), межвидовая взаимопомощь, комменсализм, аменсализм, паразитизм, хищничество, аллелопатия. Приведите примеры.

h) Трофические взаимоотношения в биоценозе (трофические уровни).

3.2 Выучить значения основных терминов и определений по теме.

3.3 Составить конспект по теме «*Организм и среда. Биоценоз*» (тетрадь для лабораторных работ), где будут освещены вопросы п.3.1.

#### **4. План проведения занятия**

4.1 Прослушивание и обсуждение следующих сообщений:

- а) Классификация экологических факторов. Прямое и опосредованное влияние экологических факторов.
- б) Закономерности воздействия экологических факторов на организм.
- в) Особенности адаптации живых организмов к экологическим факторам.
- г) Экологическая валентность. Приведите примеры.
- д) Покажите различие между местообитанием и экологической нишей.
- е) Биотические связи в биоценозах.
- ж) Взаимоотношение организмов в биоценозе.
- з) Трофические взаимоотношения в биоценозе (трофические уровни).

4.2 Подготовка и представление презентации (12-15слайдов) по одному из вопросов по заданию преподавателя.

4.3 Вопрос-ответ в тестовой форме (вопросы в тестовой форме находятся в ПРИЛОЖЕНИИ).

#### **5. Содержание отчёта**

- 5.1 Наименование работы.
- 5.2 Цель работы.
- 5.3 Перечень используемого оборудования.
- 5.4 Конспект по теме (домашняя работа).
- 5.5 Проработка тестов (конспект ответов).

#### **6. Контрольные вопросы**

Вопросы задаются в процессе занятия по всей теме п.3.1.

#### **7. Перечень используемой литературы**

- 7.1 В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. Экология: учебник для студентов бакалаврской ступени многоуровневого высшего профессионального образования. – Ростов-н/Д: Феникс, 2015.– 601 с.
- 7.2 В.Д. Вавилова (Копылова), О.М. Зверев. Экология: Учебник для бакалавров. М: Дашков и К, 2018. – 376 с.

- 7.3 Н.И. Николайкин и др. Экология. Учебник. – М: ИНФРА-М, 2018.–615 с.
- 7.4 Л.Н. Ердаков, О.Н. Чернышова. Экология: Учебное пособие (Высшее образование). НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 360 с.
- 7.5 Разумов В.А. Экология: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. ИНФРА-М, 2018. – 296 с.

## Лабораторная работа №2

### Расчёт характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

#### 1. Цели занятия:

Студенты в результате проведения занятия должны:

- рассчитать характеристики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (максимальную концентрацию заданного компонента в приземном слое  $c_m$  и расстояние  $X_i$  от источника выброса до места, где максимальная концентрация  $c_m$  будет наблюдаться с наибольшей вероятностью);
- построить график функции наиболее вероятного распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до источника выброса;
- сформулировать выводы.

#### 2. Перечень используемого оборудования

Персональные компьютеры с предустановленным лицензионным программным обеспечением не ниже Windows 7, Microsoft Office 2010 (аудитории: 101, 214, 218, 305, 310, 401) и с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

#### 3. Подготовка к занятию

3.1 Подготовить ответы на вопросы по теме «*Определение характеристики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу*»:

- а) Общая характеристика источников загрязнения атмосферы.
- б) Характеристика соединений, загрязняющих атмосферу.
- в) Рассеивание газовых примесей в атмосфере.
- г) Влияние различных факторов на приземное распределение загрязняющих веществ.
- е) Последствия антропогенного и техногенного воздействия на атмосферу.

3.2 Выучить значения основных терминов и определений по теме.

3.3 Составить конспект по теме (тетрадь для практических работ), где будут освещены вопросы п.3.1.

#### 4. План проведения занятия

#### 4.1 Прослушивание и обсуждение следующих сообщений:

- а) Общая характеристика источников загрязнения атмосферы.
- б) Характеристика соединений, загрязняющих атмосферу.
- в) Рассеивание газовых примесей в атмосфере.
- г) Влияние различных факторов на приземное распределение загрязняющих веществ.
- д) Характеристика соединений, загрязняющих атмосферу.
- е) Последствия антропогенного и техногенного воздействия на атмосферу.

#### 4.2 Решение своего варианта задачи (вариант выдаётся преподавателем).

В результате проведенных вычислений должны быть представлены следующие данные:

- а) максимальную концентрацию заданного компонента в приземном слое  $c_m$  и сравнить ее с  $C_{пдк}$  ;
- б) расстояние  $X_i$  от источника выброса до места, где максимальная концентрация  $c_m$  будет наблюдаться с наибольшей вероятностью. Исходные данные взять из табл. 2.3 и 2.4.;
- в) график наиболее вероятного распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до источника;
- г) выводы.

### 5. Содержание отчёта

- 5.1 Наименование работы.
- 5.2 Цель работы.
- 5.3 Перечень используемого оборудования.
- 5.4 Конспект по теме (домашняя работа).
- 5.5 Расчётная часть.
- 5.6 Выводы.

### 6. Контрольные вопросы

Вопросы задаются в процессе оформления и защиты работы по всей теме п.3.1.

### 7. Перечень используемой литературы

- 7.1 Н.И. Николайкин и др. Экология. Учебник – М: ИНФРА-М, 2018.–615 с.
- 7.2 Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. Экология. Человек - Экономика - Биота - Среда: Учебник для студентов вузов. ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 495 с.
- 7.3 Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. Промышленная экология. Учебник (Высшее образование) Форум, 2011. – 208 с.
- 7.4 Л.Н. Ермаков, О.Н. Чернышова. Экология: Учебное пособие (Высшее образование). НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 360 с.
- 7.5 С.А. Медведева, С.С. Тимофеева. Экология техносферы: практикум – ФОРУМ:ИНФРА-М, 2014.–200 с.

## РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ

Промышленное предприятие находится в одном из регионов России, который имеет следующие характеристики:

- $A$  – коэффициент, зависящий от гидрометеорологических условий (географического положения объекта) (табл. 2.1),
- $\eta$  – безразмерный коэффициент, учитывающий рельеф местности; в случае ровной или слабо пересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км,  $\eta = 1$ .

Промышленное предприятие, производящее выбросы в атмосферу, имеет следующие характеристики:

- $M \left( \frac{г}{с} \right)$  – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени;
- $H (м)$  – высота источника выброса над уровнем земли,
- $\Delta T$  – разность температур между температурой выбрасываемой газовой смеси  $T_g$  и температурой окружающего атмосферного воздуха  $T_a (°C)^1$ .
- $D(м)$  – диаметр устья выброса,
- $V_1 \frac{м^3}{с}$  – расход газо-воздушной смеси,
- $F$  – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (табл. 2.2),

Способ расчета основан на законах турбулентной диффузии, учитывающих состояние атмосферы, расположение предприятия, характер местности, физические свойства выбросов, параметры источника выбросов и т.д. Согласно указаниям ОНД-86 для случая загрязнения атмосферы выбросами одиночного точечного источника расчет выполняется с использованием следующих зависимостей.

Таблица 2.1

*Значение коэффициента  $A$ , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна*

<i>n/n №</i>	<i>Районы и территории РФ</i>	<i>A</i>
1	Районы Средней Азии южнее 40° с.ш. Бурятия и Читинская об-	250

<sup>1</sup> При определении значения  $\Delta T (°C)$  следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха  $T_a (°C)$ , равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01-82, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси  $T_g (°C)$  – по действующим для данного производства технологическим нормативам (ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий);

	ласть	
2.	На европейской территории РФ: районы южнее 50° с.ш.; остальные районы Нижнего Поволжья. На азиатской территории РФ: Дальний Восток, остальная территория Сибири	200
3.	Европейская территория РФ и Урала от 50° до 52° с.ш.	180
4.	Европейская территория РФ и Урала севернее 52° с.ш.	160
5.	Московская, Ивановская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская области	140

Таблица 2.2

<i>Значение безразмерного коэффициента <math>F</math></i>	<i><math>F</math></i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы, т.п. скорость упорядоченного оседания практически равна нулю)</li> </ul>	1
<ul style="list-style-type: none"> <li>для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных выше) выбирают из условий:</li> </ul>	
<i>Степень очистки газа</i>	
выше 90%	2
от 75 до 90%	2,5
менее 75% и при отсутствии очистки	3

В первой части необходимо:

1. Определить максимальную концентрацию заданного компонента в приземном слое  $c_m$  и сравнить ее с  $C_{пдж}$ .
2. Определить расстояние  $X_i$  от источника выброса до места, где максимальная концентрация  $c_m$  будет наблюдаться с наибольшей вероятностью. Исходные данные взять из табл. 2.3 и 2.4.
3. Сформулировать выводы.

Во второй части необходимо:

1. Построить график наиболее вероятного распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до источника.

*Методические указания к выполнению расчётной части практической работы*

### *Предварительная оценка характеристик выбросов газовоздушной смеси в атмосферу*

Условия метеорологического рассеивания газовой смеси, выбрасываемой предприятием, в атмосфере в значительной степени зависят от того, являются выбросы «холодными» или «нагретыми». Критерием нагретости является вспомогательный фактор  $f$



$$f = \frac{1000 \cdot \omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T},$$

(1)

где  $\omega_0$  (м/с) - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса

$$\omega_0 = \frac{4V_1}{\pi D^2}$$

(2)

При  $f \leq 100$  выбросы считаются «нагретыми». При  $f > 100$  выбросы считаются «холодными».

## Часть 1

### А. «Нагретые» выбросы $f \leq 100$ .

#### 1. Расчет максимальной приземной концентрации - $c_m$

Максимальное значение приземной (в двухметровом слое над поверхностью земли) концентрации вредного вещества  $c_m$  (мг/м<sup>3</sup>) при выбросе газовой смеси из одиночного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии  $x_i$  (м) от источника и определяется по формуле

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$$

(3)

$m$  и  $n$  – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса

$m$  – коэффициент, определяемый при  $f < 100$  по формуле:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad (4)$$

Коэффициент  $n$  при  $f < 100$  определяют в зависимости от величины вспомогательного параметра  $V_m$  - опасной скорости ветра на уровне флюгера, при которой возможен отрыв факела выброса от трубы:

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (5)$$

$$n = 1 \quad \text{при} \quad v_m \geq 2,$$

$$n = 3 - \sqrt{(v_m - 0,3) \cdot (4,36 - v_m)} \quad \text{при } 2 \geq v_m \geq 0,5, \quad (6)$$

$$n = 4,4 \cdot v_m \quad \text{при } v_m < 0,5.$$

Величины  $A, F, M, \Delta T, H, V_1$  заданы в соответствии с вариантом, а  $\eta = 1$ .

2. Расстояние  $x_i$  (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация  $c_m$  ( $\frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$ ) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения  $c_m$ , вычисляется по формуле

$$x_i = \frac{5-F}{4} \cdot \alpha \cdot H \quad \text{при } F < 2 \quad (7)$$

где  $\alpha$  безразмерный коэффициент при  $f < 100$  находится по формулам:

$$\begin{array}{lll} \text{если} & v_m \leq 0,5 & \text{то} \quad \alpha = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}), \\ & 0,5 < v_m \leq 2 & \text{то} \quad \alpha = 4,95 \cdot v_m \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}), \\ & v_m > 2 & \text{то} \quad \alpha = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}). \end{array} \quad (8)$$

Далее определяют численное значение  $x_m$  по формуле (7).

#### В. «Холодные» выбросы $f > 100$ .

1. Определяют максимальную концентрацию вредного компонента в приземном слое  $c_m$

При  $f \geq 100$  (или  $\Delta T \approx 0$ ) при расчёте  $c_m$  используется формула

$$c_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{4/3}} \cdot K, \quad (9)$$

где

$$K = \frac{D}{8 \cdot V_1} = \frac{1}{7,1 \cdot \sqrt{\omega_0 \cdot V_1}} \quad (10)$$

Коэффициент  $n$  определяют в зависимости от вспомогательного параметра  $v'_m$ :

$$v'_m = 1,3 \cdot \omega_0 \cdot \frac{D}{H} \quad (11)$$

$$n = 1 \quad \text{при } v_m \geq 2,$$

$$n = 3 - \sqrt{(v_{\text{м}} - 0,3) \cdot (4,36 - v_{\text{м}})} \quad \text{при } 2 \geq v_{\text{м}} \geq 0,5, \quad (12)$$

$$n = 4,4 \cdot v_{\text{м}} \quad \text{при } v_{\text{м}} < 0,5.$$

Величины  $A$ ,  $M$ ,  $F$ , берутся в соответствии с данными варианта. Далее по формул (9) определяют численное значение  $c_{\text{м}}$ .

2. При расчетах рассеяния газообразных компонентов расстояние  $x_{\text{м}}$  определяется по формуле  $x_i = \frac{5-F}{4} \cdot \alpha \cdot H$  при  $F < 2$ .

При  $f \geq 100$  или  $\Delta T \approx 0$  значения  $\alpha$  находится по формулам:

если

$$\begin{aligned} v'_{\text{м}} \leq 0,5 & \quad \text{то} \quad \alpha = 5,7, \\ 0,5 < v'_{\text{м}} \leq 2 & \quad \text{то} \quad \alpha = 11,4 \cdot v'_{\text{м}}, \\ v'_{\text{м}} > 2 & \quad \text{то} \quad \alpha = 16 \cdot \sqrt{v'_{\text{м}}}. \end{aligned} \quad (13)$$

И определяем численное значение  $x_i$ .

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При расчете рассеяния мелкодисперсных частиц пыли и золы, когда параметр  $F \geq 2$ , как в случае «нагретых», так и в случае «холодных» выбросов, расстояние  $x_i$  вычисляется по формуле

$$x_i = \frac{5-F}{4} \cdot \alpha \cdot H; \quad F \geq 2, \quad (14)$$

где  $\alpha$  вычисляется по формуле (8) в случае «нагретых» выбросов и по формуле (13) в случае «холодных» выбросов.

## Часть 2

### 1. Расчёт приземной концентрации вредного вещества в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях от источника выброса

Зная величины  $c_{\text{м}}$  и  $x_i$ , можно рассчитать примерную концентрацию вредных веществ -  $c_{\text{х}}$  в атмосферном воздухе по оси факела источника выбросов на различных расстояниях  $x_i$  от этого источника.

Расчет справедлив как для «нагретых», так и для «холодных» выбросов.

Предварительно рассчитывается безразмерный коэффициент  $S_i$ , определяемый в зависимости от отношения  $\left( \frac{x}{x_{\text{м}}} = 0,2; 0,4; 0,8; 1,0; 1,6; 3,2 \right)$  и коэффициента  $F$  по формулам

$$S_n = 3 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^3 + 6 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^2 \quad \text{при } \frac{x}{x_m} \leq 1; \quad (15)$$

$$S_n = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + 1} \quad \text{при } 1 < \frac{x}{x_m} \leq 8; \quad (16)$$

$$S_n = \frac{\frac{x}{x_m}}{3,58 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^2 - 35,2 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right) + 120} \quad \text{при } F \leq 1,5 \text{ и } \frac{x}{x_m} > 8; \quad (17)$$

$$s_n = \frac{1}{0,1 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + 2,47 \cdot \left(\frac{x}{x_m}\right) - 17,8} \quad \text{при } F > 1,5 \text{ и } \frac{x}{x_m} > 8. \quad (18)$$

Затем из соотношения  $C_x = S_n \cdot C_m$  определяем  $c_x$ .

Формула  $x_i = \frac{x}{x_m} \cdot x_m$  позволяет определить соответствующее расстояние  $x_i$  от источника выброса, на котором наблюдается данная приземная концентрация загрязняющего вещества.

По полученным точкам строим график наиболее вероятного распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до источника выброса.

В результате проведенных вычислений должны быть представлены следующие данные.

*а. По первой части:*

- максимальная концентрация вредного вещества в приземном слое -  $C_m$ ;
- расстояние, на котором наиболее вероятна концентрация  $C_m$  —  $x_i$ .

*б. По второй части:*

- график функции график наиболее вероятного распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до источника выброса.

с. Сформулируйте выводы.

Таблица 2.3

Исходные данные	варианты									
	1	2	3	3	5	6	7	8	9	0
$M \left( \frac{г}{с} \right)$	29	20	28	25	30	29	22	25	28	35
$T_6 (^{\circ}C)$	25	23	26	22	25	22	20	22	24	25
$T_2 (^{\circ}C)$	75	70	85	90	95	60	70	80	90	105
$V_1, \frac{м^3}{с}$	10	15	20	25	30	35	30	25	20	15
$H, м$	65	50	65	60	50	65	60	55	65	55
$D, м$	2,5	3	2,5	3	2	2,5	3	2	2,5	2,5

Таблица 2.3

Исходные данные	варианты									
	11	12	13	14	14	16	17	18	19	20
$M \left( \frac{г}{с} \right)$	27	24	26	25	30	29	22	25	28	35
$T_6 (^{\circ}C)$	15	23	26	23	25	22	20	22	24	25
$T_z (^{\circ}C)$	70	75	80	85	90	65	65	75	65	95
$V_1, \frac{м^3}{с}$	10	15	20	25	30	35	30	25	20	15
$H, м$	55	50	65	60	50	65	60	55	65	55
$D, м$	2,5	3	2,5	3	2	2,5	3	2	2,5	2,5

Таблица 2.3

Исходные данные	варианты									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$M \left( \frac{г}{с} \right)$	28	22	28	24	26	23	24	21	20	29
$T_6 (^{\circ}C)$	24	24	25	24	24	23	21	22	25	24
$T_z (^{\circ}C)$	72	75	79	84	90	68	75	75	75	95
$V_1, \frac{м^3}{с}$	10	15	20	25	30	35	30	25	20	15
$H, м$	55	50	65	60	50	65	60	55	65	55
$D, м$	2,5	3	2,5	3	2	2,5	3	2	2,5	2,5

Таблица 2.4

Исходные данные	Предпоследняя цифра варианта				
	1, 5	2, 6	3, 7	4, 8	0, 9
Регион	Урал	Москва	Санкт-Петербург	Новосибирск	Дальний Восток
А	160	120	160	200	200
Компонент	Фенол	Диоксид азота	Диоксид серы	Зола углей	Оксид углерода
$C_{пдк}, \frac{мг}{м^3}$	0,003	0,04	0,05	0,03	3
$C_{ф}, \frac{мг}{м^3}$	0,0003	0,004	0,002	0,003	0,03
F	1	1	1	3	1

## Расчет характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы

### 1. Цели занятия:

Студенты в результате проведения лабораторной работы должны:

- рассчитать кратность разбавления –  $K$ ;
- определить концентрацию вредного компонента в водоеме в месте ближайшего водозабора -  $C_{\min}$ , мг/л;
- построить график функции распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до места сброса сточных вод по руслу реки с шагом  $L/S$ ;
- сформулировать выводы.

### 2. Перечень используемого оборудования

Персональные компьютеры с предустановленным лицензионным программным обеспечением не ниже Windows 7, Microsoft Office 2010 (аудитории: 101, 214, 218, 305, 310, 401) и с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

### 3. Подготовка к занятию

3.1 Подготовить ответы на вопросы по теме «Расчет характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы»:

- а) Организация водоохранных зон.
- б) Санитарные условия спуска сточных вод.
- в) Основные пути и методы очистки сточных вод.
- г) Бессточное производство.
- д) Охрана водоемов.

3.2 Выучить значения основных терминов и определений по теме.

### 4. План проведения занятия

4.1 Прослушивание и обсуждение следующих вопросов:

- а) Организация водоохранных зон.
- б) Санитарные условия спуска сточных вод.
- в) Основные пути и методы очистки сточных вод.
- г) Бессточное производство.
- д) Охрана водоемов.

4.2 В результате проведенных вычислений должны быть представлены следующие данные:

- кратность разбавления –  $K$ ;
- концентрация вредного компонента в водоеме в месте ближайшего водозабора -  $C_{\min}$ , мг/л. Исходные данные взять из табл. 3.1;

- график функции распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до места сброса сточных вод по руслу реки с шагом  $L/S$ ;
- выводы.

## 5. Содержание отчёта

- 5.1 Наименование работы.
- 5.2 Цель работы.
- 5.3 Перечень используемого оборудования.
- 5.4 Конспект по теме (домашняя работа).
- 5.5 Расчётная часть.
- 5.6 Выводы.

## 6. Контрольные вопросы

Вопросы задаются в процессе оформления и защиты работы по всей теме п.3.1.

## 7. Перечень используемой литературы

- 7.1 Н.И. Николайкин и др. Экология. Учебник – М: ИНФРА-М, 2018.–615 с.
- 7.2 Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. Экология. Человек - Экономика - Биота - Среда: Учебник для студентов вузов. ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 495 с.
- 7.3 Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. Промышленная экология. Учебник (Высшее образование) Форум, 2011. – 208 с.
- 7.4 Л.Н. Ермаков, О.Н. Чернышова. Экология: Учебное пособие (Высшее образование). НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 360 с.
- 7.5 С.А. Медведева, С.С. Тимофеева. Экология техносферы: практикум – ФОРУМ:ИНФРА-М, 2014.–200 с.

### *РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК СБРОСОВ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ В ВОДОЕМЫ*

Технологический цикл одного из промышленных предприятий требует потребления значительных количеств воды. Источником является расположенная недалеко от предприятия река. Пройдя технологический цикл, вода практически полностью возвращается в реку в виде сточных вод промышленного предприятия. В зависимости от профиля предприятия, сточные воды могут содержать самые различные, вредные по санитарно-токсикологическому признаку химические компоненты. Их концентрация, как правило, во много раз превышает концентрацию этих компонентов в реке. На некотором расстоянии от места сброса сточных вод вода реки берется для нужд местного водопользования самого разного характера (например, бытового, сельскохозяйственного).

#### Характеристика реки:

$V_{cp}$  - средняя скорость течения,

$H_{cp}$  - средняя глубина реки на данном участке,

$L$  - расстояние по фарватеру до места водопользования,

$Q_1$  - расход воды в реке до сброса;

$L/S$  - шаг, с которым необходимо проследить изменение концентрации токсичного компонента по фарватеру реки.

Характеристика сброса:

вредный компонент,

$Q_2$  - расход сточных вод,

$C_{ст}$  - концентрация загрязняющего компонента в сточных водах,

$C_{ф}$  - фоновая концентрация (концентрация загрязняющего компонента в реке до сброса),

$C_{пдк}$  - предельно допустимая концентрация.

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА

### ***Расчет разбавления сточных вод в реках. Метод ВНИИ ВОДГЕО***

Многие факторы состояния реки, берегов и сточных вод влияют на быстроту перемешивания водных масс и определяют расстояние от места выпуска сточных вод (СВ) до пункта полного смешивания. Выпуск в водоем сточных вод должен, как правило, осуществляться таким образом, чтобы была обеспечена возможность наиболее полного смешивания сточных вод с водой водоема в месте их спуска (специальные выпуски, режимы, конструкции).

Однако приходится считаться с тем фактом, что на некотором расстоянии ниже спуска СВ смешивание будет неполным. В связи с этим реальную кратность разбавления в общем случае следует определять по формуле:

$$K = \frac{\gamma \times Q_1 + Q_2}{Q_2}, \quad (1)$$

где  $K$  – кратность разбавления (для данной струи, данного створа), а

$\gamma$  - коэффициент, степень полноты разбавления сточных вод в водоеме, который практически всегда меньше 1.

Условия спуска сточных вод в водоем принято оценивать с учетом их влияния у ближайшего пункта водопользования, где следует определять кратность разбавления.

Расчет ведется по формулам:

$$\gamma = \frac{1 - \beta}{1 + (Q_1/Q_2) \cdot \beta}; \quad (2)$$

где

$$\beta = e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}, \quad (3)$$



где  $\alpha$  - коэффициент, учитывающий гидрологические факторы смешивания;  
 $L$  - расстояние до места водозабора.

$$\alpha = \varepsilon \times \left( \frac{L_{\phi}}{L_{np}} \right) \times \sqrt[3]{D/Q_2} \quad (4)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент, зависящий от места выпуска стока в реку:  
 при выпуске у берега  $\varepsilon = 1$ , при выпуске в стрежни реки (место наибольших скоростей)  $\varepsilon = 1,5$ ;

$\frac{L_{\phi}}{L_{np}}$  - коэффициент извилистости реки, равный отношению расстояния по фарватеру полной длины русла выпуска  $CB$  до места ближайшего водозабора к расстоянию между этими двумя пунктами по прямой;

$D$  – коэффициент турбулентной диффузии,

$$D = \frac{V_{cp} \times H_{cp} \times g}{M \times c}, \quad (5)$$

где  $V, \text{м/с}$  – средняя скорость течения реки на данном участке;  $H, \text{м}$  – средняя глубина реки на данном участке;  $g, \text{м/с}^2$  – ускорение свободного падения;  $C$  – коэффициент Шези, который выбирают по таблицам.  $M$  – коэффициент, зависящий от  $c$ :

при  $c \geq 60$   $M = 48$ , при  $10 < c < 60$   $M = 0,7 \cdot c + 6$ .

Размерность  $[M \cdot c] - \text{м/с}^2$ . (5a)

Для рек равнинного характера справедливо приближение:

$$D = \frac{V_{cp} \times H_{cp}}{200}. \quad (6)$$

Для рек любого характера

$$D = \frac{V_{cp} \times H_{cp}}{37 \times c^2}. \quad (6a)$$

Коэффициент Шези для горных рек малой и средней мощности – 15÷35, для предгорных рек – 20÷40, для равнинных рек – 30÷70. Его можно также рассчитать по формулам, приведенным ниже.

$$c = \frac{V_{cp}}{\sqrt{H_{cp} \cdot J}} \quad (7)$$

где  $J$  – измеренный уклон водной поверхности, который может быть найден для данной реки в «Гидрологическом ежегоднике».

$$c = 22 \times \left( \frac{H_{cp}}{d_3} \right)^{1/6}, \quad (7a)$$

где  $d_3$  – эффективный диаметр частиц донных отложений (мм).

$$C = \frac{1}{K} \sqrt[6]{H_{cp}} \quad (7б)$$

где  $K$  – коэффициент шероховатости русла:

- русла чистые, прямые, земляные – 0,025;
- большие и средние равнинные реки, в благоприятных условиях состояния ложа и течения воды – 0,03;
- равнинные извилистые реки с неправильным рельефом дна – 0,04;
- большие и средние реки, извилистые, засоренные, каменистые, с неспокойным течением – 0,05;
- русла со слабым течением, значительно заросшие, с глубокими промоинами, валунные, горные – 0,08;
- горно-водопадные – 0,1; болотного типа – 0,133.

С точки зрения концентрации  $i$ -го загрязняющего вещества в реке выделяют три области:

- а) область фоновое качества воды, в которой  $C_i \leq C_{пдк}$ ,
- б) область загрязнения, где  $C_i - C_{пдк} > 0$ ,
- с) область влияния, где  $C_{пдк} - C_i > 0$ .

Ниже места сброса сточных вод соответственно рассматриваются три зоны смешения их с водами реки:

- а) зона начального разбавления (турбулентный струйный поток),
- б) зона основного разбавления (основной турбулентный поток),
- с) зона снижения концентрации загрязняющего вещества за счет самоочищения (за створом «полного перемешивания»).

Приведенная выше методика рассматривает разбавление сточных вод только в области с большими концентрациями загрязняющего вещества (область загрязнения).

Знание кратности разбавления позволяет оценить качество вод в любом створе.

Концентрация вредного компонента в водоеме в месте ближайшего водозабора вычисляется по формуле:

$$C_{\min} = C_{\phi} + \frac{C_{cm} - C_{\phi}}{K} \quad (8)$$

Эта величина не должна превышать  $C_{пдк}$  (предельно допустимая концентрация).

Далее необходимо построить график функции распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до места сброса сточных вод по руслу реки с шагом  $LS$ , указанным в варианте.

В результате вычислений должны быть получены следующие характеристики:

- а) кратность разбавления –  $K$ ;
- б) концентрация вредного компонента в водоеме в месте ближайшего водозабора -  $C_{\min}$ , мг/л;
- в) график функции распределения концентрации вредного компонента в зависимости от расстояния до места сброса сточных вод по руслу реки с шагом  $L/S$ ,
- г) выводы.

Таблица 3.1

Варианты к расчету характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы

Параметр	варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вредный компонент	Керосин	Cu	Cr	Фенол	Pb	Zn	Хлор	NaOH	Hg	$H_2PO_3$
$C_{ПДК}$ , мг/л	0,7	0,02	0,01	0,35	0,01	0,02	1	0,5	0,01	1
$Q_1$ , м <sup>3</sup> /с	30	30	40	50	40	50	40	30	50	30
$Q_2$ , м <sup>3</sup> /с	1	0,5	0,7	1,2	1	0,8	1,1	0,4	1	0,8
$V_{cp}$ , м/с	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	1,5	1	0,7
$H_{cp}$ , м	2,5	1,7	1,9	1,8	1,3	1,5	2	1,5	2,1	1,5
$L$ , м	500	100	150	200	100	300	150	500	100	150
$L/S$ , м	$L/S = L/10$									
$C_{ст}$ , мг/л	10	08	0,7	8	0,9	2	9	10	0,9	11
$C_{ф}$ , мг/л	$C_{ф} = 0,1 \cdot ПДК$									
Для всех вариантов	$\varepsilon = 1$ $L_{ф}/L_{np} = 1$									

Таблица 3.1

Варианты к расчету характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы

Параметр	варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Вредный компонент	Керо-ро-син	Cu	Cr	Фенол	Pb	Zn	Хлор	NaOH	Hg	$H_2PO_3$
$C_{ПДК}, \text{мг/л}$	0,7	0,02	0,01	0,35	0,01	0,02	1	0,5	0,01	1
$Q_1, \text{м}^3/\text{с}$	50	40	40	30	40	30	40	50	50	30
$Q_2, \text{м}^3/\text{с}$	1	0,5	0,7	1,2	1	0,8	1,1	0,4	1	0,8
$V_{cp}, \text{м/с}$	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	1,5	1	0,7
$H_{cp}, \text{м}$	2,4	1,8	1,7	1,9	1,6	1,7	2,2	1,5	2,1	1,7
$L, \text{м}$	600	650	450	500	700	550	450	500	550	650
$L/S, \text{м}$	$L/S = L/10$									
$C_{ст}, \text{мг/л}$	11	0,8	0,7	8,1	0,9	2,1	9,2	10,1	0,9	11
$C_{ф}, \text{мг/л}$	$C_{ф} = 0,1 \cdot ПДК$									
Для всех вариантов	$\varepsilon = 1$ $\frac{L_{ф}}{L_{np}} = 1$									

Таблица 3.1

Варианты к расчету характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы

Параметр	варианты									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Вредный компонент	Керо-ро-син	Cu	Cr	Фенол	Pb	Zn	Хлор	NaOH	Hg	$H_2PO_3$
$C_{ПДК}, \text{мг/л}$	0,7	0,02	0,01	0,35	0,01	0,02	1	0,5	0,01	1
$Q_1, \text{м}^3/\text{с}$	40	30	40	30	40	50	30	40	50	30
$Q_2, \text{м}^3/\text{с}$	1	0,5	0,7	1,2	1	0,8	1,1	0,4	1	0,8
$V_{cp}, \text{м/с}$	1,2	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	1,5	1	0,7
$H_{cp}, \text{м}$	2,5	1,7	1,9	1,8	1,3	1,5	2	1,5	2,1	1,5
$L, \text{м}$	500	100	150	200	100	300	150	500	100	150
$L/S, \text{м}$	$L/S = L/10$									
$C_{ст}, \text{мг/л}$	10	08	0,7	8	0,9	2	9	10	0,9	11
$C_{ф}, \text{мг/л}$	$C_{ф} = 0,1 \cdot ПДК$									
Для всех вариантов	$\varepsilon = 1$ $\frac{L_{ф}}{L_{np}} = 1$									

## Лабораторная работа №4

### Расчёт интенсивности шума в производственном помещении

#### 1. Цели занятия:

Студенты в результате проведения лабораторной работы должны:

- рассчитать суммарную интенсивность шума от трех источников на рабочем месте;
- рассчитать интенсивность шума, если стены и потолок покрыты звукопоглощающим материалом;
- сформулировать выводы.

#### 2. Перечень используемого оборудования

Персональные компьютеры с предустановленным лицензионным программным обеспечением не ниже Windows 7, Microsoft Office 2010 (аудитории: 101, 214, 218, 305, 310, 401) и с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

#### 3. Подготовка к занятию

3.1 Подготовить ответы на вопросы по теме *«Расчет характеристик сбросов сточных вод предприятий в водоемы»*:

- а) Что такое шум?
- б) Физические параметры, характеризующие шум.
- в) Объясните механизм действия шума на организм человека, назовите допустимые уровни шума по нормам.
- г) Что такое интенсивность шума, уровень интенсивности, единицы измерения?
- д) Что такое порог слышимости, болевой порог?
- е) Какие инженерные решения применяются по снижению уровня шума?

3.2 Выучить значения основных терминов и определений по теме.

#### 4. План проведения занятия

4.1 Прослушивание и обсуждение следующих вопросов:

- а) Что такое шум?
- б) Физические параметры, характеризующие шум.
- в) Объясните механизм действия шума на организм человека, назовите допустимые уровни шума по нормам.
- г) Что такое интенсивность шума, уровень интенсивности, единицы измерения?
- д) Что такое порог слышимости, болевой порог?
- е) Какие инженерные решения применяются по снижению уровня шума?

4.2 Подготовка и представление презентации (10-15 слайдов) по одному из вопросов по заданию преподавателя.

4.3 В результате проведенных вычислений должны быть представлены следующие данные:

- суммарную интенсивность шума от трех источников на рабочем месте  $L_{\Sigma}$ ;

- интенсивность шума, если стены и потолок покрыты звукопоглощающим материалом  $L'_\Sigma$  Исходные данные взять из табл. 4.1. – 4.4.;
- выводы.

## 5. Содержание отчёта

- 5.1 Наименование работы.
- 5.2 Цель работы.
- 5.3 Перечень используемого оборудования.
- 5.4 Конспект по теме (домашняя работа).
- 5.5 Расчётная часть.
- 5.6 Выводы.

## 6. Контрольные вопросы

Вопросы задаются в процессе оформления и защиты практической работы по всей теме п.3.1.

## 7. Перечень используемой литературы

- 7.1 В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. Экология: учебник для студентов бакалаврской ступени многоуровневого высшего профессионального образования. – Ростов-н/Д: Феникс, 2015.– 601 с.
- 7.2 Н.И. Николайкин и др. Экология. Учебник – М: ИНФРА-М, 2018.–615 с.
- 7.3 Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. Промышленная экология. Учебник (Высшее образование) Форум, 2011. – 208 с.
- 7.4 Л.Н. Ермаков, О.Н. Чернышова. Экология: Учебное пособие (Высшее образование). НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 360 с.
- 7.5 С.А. Медведева, С.С. Тимофеева. Экология техносферы: практикум – ФОРУМ:ИНФРА-М, 2014.–200 с.

### *РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ШУМА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПОМЕЩЕНИИ*

В машинном зале одновременно работают три вентиляционные установки. Уровень звукового давления каждой из них:  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  дБ, соответственно.

Как изменится результирующее воздействие их на приемник, если установки расположить на различных расстояниях от него –  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  м и если между приемником и установками имеются стены-преграды –  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ , соответственно?

По исходным данным, отраженным в табл. 4.1, 4.2, 4.3, и 4.4, необходимо определить:

- а) суммарную интенсивность шума от трех источников на рабочем месте;
- б) интенсивность шума, если стены и потолок покрыты звукопоглощающим материалом

Сделать выводы по результатам полученных расчетов.

### *Методические указания к выполнению работы*

Расчет изменения уровня интенсивности шума производится по формуле:

$$L_R = L_1 - 20 \lg R - 8, \quad \text{дБ}, \quad (1)$$

где  $L_R$  и  $L$  – уровни интенсивности шума источника на расстоянии  $R$  метров и одного метра, соответственно ( $L = L_1; L_2; L_3$ ).

Если между источником шума и рабочим местом есть стена-преграда, то уровень интенсивности шума снижается на

$$N = 14,5 \lg G + 15, \quad \text{дБ}, \quad (2)$$

где  $G$  – масса  $1 \text{ м}^2$  стены-преграды, кг.

Уровень интенсивности шума на рабочем месте с учетом влияния стены-преграды определяется как

$$L' = L_R - N, \quad \text{дБ}, \quad (3)$$

Суммарная интенсивность шума двух источников с уровнем  $L_A$  и  $L_B$  определяется как

$$L_\Sigma = L_A + \Delta L, \quad \text{дБ}, \quad (4)$$

где

$L_A$  – наибольший из двух суммируемых уровней, дБ;

$\Delta L$  – поправка, зависящая от разности уровней, дБ, определяется по табл. 4.1.

При определении суммарной мощности нескольких источников суммирование следует проводить последовательно, начиная с наиболее интенсивных.

Следует учесть, что  $L_\Sigma$  определяется для трех источников шума, и каждый источник рассматривается с соответствующей стеной-преградой. Параметры (тип материала, толщину и массу  $1 \text{ м}^2$ ) стены-преграды взять из табл. 4.4.

При определении интенсивности шума после покрытия стен и потолков шумопоглощающим материалом допускается пренебречь действием прямых звуковых лучей, при этом следует считать, что стены-преграды находятся внутри помещения и на звукопоглощение влияния не оказывают.

Суммарное звукопоглощение стен и потолка определяется как

$$M = S_{nm} \times \alpha + S_c \times \beta + S_{nm} \times \gamma, \quad \text{ед. погл.} \quad (5)$$

где

$S_{nm}$  и  $S_c$  – соответственно площади потолка и стен помещения,  $\text{м}^2$ ;

$\alpha, \beta, \gamma$  – соответственно коэффициенты поглощения материалов, которыми покрыты потолок, стены и пол. Здесь необходимо учитывать равенство площадей потолка и пола. При этом снижение интенсивности шума составит:

$$K = 10 \lg(M_2/M_1), \quad \text{дБ}, \quad (6)$$

где  $M_1$ ,  $M_2$  – соответственно звукопоглощение помещения без покрытия стен и потолка специальными звукопоглощающими материалами ( $M_1$ ) и после покрытия такими материалами ( $M_2$ ), ед. погл.

Значение  $M_1$  вычисляется с использованием коэффициентов  $\alpha_1$  и  $\beta_1$ , а  $M_2$  – с использованием  $\alpha_2$  и  $\beta_2$ . При этом пол паркетный, в расчетах принять  $\gamma = 0,061$ .

Уровень интенсивности шума на рабочем месте с учетом покрытия стен и потолка звукопоглощающими материалами составит:

$$L'_\Sigma = L_\Sigma - K, \quad \text{дБ.} \quad (7)$$

Таблица 4.1

Разность уровней источн. $L_A - L_B$ , дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Поправка $\Delta L$ , дБ	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

Таблица 4.2

Исходные данные	Последняя цифра номера студенческого билета									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Источник шума 1 $R_1$ , м $L_1$ , дБ № стены-преграды	2,0 85 1	2,5 95 2	3,5 95 3	3,50 105 4	4,5 105 5	4,0 110 6	5,5 105 7	5,0 95 8	6,5 90 9	6,0 100 10
Источник шума 2 $R_2$ , м $L_2$ , дБ № стены-преграды	7 105 11	7,5 95 12	8 100 13	8,5 85 14	9 80 15	9,5 85 15	8,5 90 14	8,0 85 13	7,5 100 12	7,0 110 11
Источник шума 3 $R_3$ , м $L_3$ , дБ № стены-преграды	7 90 10	6,5 85 9	6 95 8	5,5 105 7	5 100 6	4,5 105 5	4,5 100 4	3,0 105 3	2,5 95 2	2,0 90 1



Таблица 4.3

Исходные данные	Предпоследняя цифра номера студенческого билета									
	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$S_{nm}, м^2$	120	160	220	250	260	300	230	250	230	350
$S_c, м^2$	180	180	200	280	270	360	380	300	320	440
$\alpha_1 \times 10^{-3}$	20	25	30	35	40	45	40	35	30	25
$\alpha_2 \times 10^{-2}$	95	90	85	80	75	70	75	80	85	90
$\beta_1 \times 10^{-3}$	34	33	32	31	30	31	32	33	34	35
$\beta_2 \times 10^{-2}$	75	80	85	90	95	90	85	80	75	70

Таблица 4.4

Материалы и конструкции	Толщина конструкции, м	Масса 1 м <sup>2</sup> преграды, кг
1. Стена кирпичная	0,12	250
2. Стена кирпичная	0,25	470
3. Стена кирпичная	0,38	690
4. Стена кирпичная	0,52	934
5. Картон в несколько слоев	0,02	12
6. – “ –	0,04	24
7. Войлок	0,025	8
8. – “ –	0,05	16
9. Железобетон	0,1	240
10. – “ –	0,2	480
11. Стена из шлакобетона	0,14	150
12. – “ –	0,28	300
13. Перегородка толщиной 0,02 м, выполненная из досок и отштукатуренная с двух сторон	0,06	70
14. Перегородка из стоек толщиной 0,1 м, отштукатуренная с двух сторон	0,18	95
15. Гипсовая перегородка	0,11	117

Лабораторная работа №5  
**Определение кратности воздухообмена по избыткам тепла  
и вредных выделений газа и пыли**

**1. Цели занятия:**

Студенты в результате проведения практического занятия должны:

- рассчитать кратности воздухообмена по избыткам тепла и вредных выделений газа и пыли;
- сформулировать выводы.

**2. Перечень используемого оборудования**

Персональные компьютеры с предустановленным лицензионным программным обеспечением не ниже Windows 7, Microsoft Office 2010 (аудитории: 101, 214, 218, 305, 310, 401) и с возможностью выхода в локальную сеть Филиала и Интернет.

**3. Подготовка к занятию**

3.1 Подготовить ответы на вопросы по теме «*Определение кратности воздухообмена по избыткам тепла и вредных выделений газа и пыли*»:

- а) воздушная среда рабочей зоны;
- б) мероприятия по борьбе с загрязнённостью воздуха рабочей зоны.

3.2 Выучить значения основных терминов и определений по теме.

3.3 Составить конспект по теме (тетрадь для практических работ), где будут освещены вопросы п.3.1.

**4. План проведения занятия**

4.1 Прослушивание и обсуждение следующих сообщений:

- а) воздушная среда рабочей зоны;
- б) мероприятия по борьбе с загрязнённостью воздуха рабочей зоны.

4.2 Решение своего варианта задачи (вариант выдаётся преподавателем).

В результате проведенных вычислений должны быть представлены следующие данные:

- а) кратность воздухообмена (K) по избыткам тепла (тепловыделениям) и вредных выделений газа и пыли. Исходные данные взять из табл. 5.1 и 5.2.;
- б) выводы.

**5. Содержание отчёта**

5.1 Наименование работы.

5.2 Цель работы.

5.3 Перечень используемого оборудования.

7.4 Конспект по теме (домашняя работа).

5.5 Расчётная часть.

5.6 Выводы.

## 6. Контрольные вопросы

Вопросы задаются в процессе оформления и защиты практической работы по всей теме п.3.1.

## 7. Перечень используемой литературы

- 7.1 В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. Экология: учебник для студентов бакалаврской ступени многоуровневого высшего профессионального образования. – Ростов-н/Д: Феникс, 2015. – 601 с.
- 7.2 Н.И. Николайкин и др. Экология. Учебник – М: ИНФРА-М, 2018. – 615 с.
- 7.3 Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. Промышленная экология. Учебник (Высшее образование) Форум, 2011. – 208 с.
- 7.4 Л.Н. Ермаков, О.Н. Чернышова. Экология: Учебное пособие (Высшее образование). НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 360 с.
- 7.5 С.А. Медведева, С.С. Тимофеева. Экология техносферы: практикум – ФОРУМ:ИНФРА-М, 2014. – 200 с.

### ОПРЕДЕЛИТЬ КРАТНОСТЬ ВОЗДУХООБМЕНА ПО ИЗБЫТКАМ ТЕПЛА (ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯМ) И ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ ГАЗА И ПЫЛИ

Исходные данные взять в табл. 5.1, 5.2.

Таблица 5.1

Тепло- вые вы- деления	Последняя цифра номера студенческого билета									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$V, \text{ м}^3$	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
$Q_n,$ $\text{кДж} / \text{ч}$	$5 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$
$Q_{отд.},$ $\text{кДж} / \text{ч}$	$1 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^3$	$8 \cdot 10^3$	$1 \cdot 10^4$
$\Delta T, \text{ К}$	9	8	7	6	5	9	8	7	6	5

Таблица 5.2

Количество вред- ных выделений $W, \text{ г} / \text{ч}$	Предпоследняя цифра номера студенческого билета									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$CO$	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	4,5	5,0	3,5	3,0

Пыль $Pb \cdot 10^{-3}$	-	10	-	10	-	15	-	5	-	5
Нетоксичной пыли, П	5,5	-	5,0	-	4,5	-	4,0	-	3,5	-

Подлежащие удалению теплоизбытки  $Q_{изб.}$  определяются по формуле

$$Q_{изб.} = Q_n - Q_{отд.} \quad \text{кДж/ч}, \quad (1)$$

где

$Q_n$  - количество тепла, поступающего в воздух помещения от производственных и осветительных установок, в результате тепловыделений людей, солнечной радиации и др.,  $\text{кДж/ч}$ ;

$Q_{отд.}$  - теплоотдача в окружающую среду через стены здания,  $\text{кДж/ч}$ .

Количество воздуха, которое необходимо удалить за 1 час из производственного помещения  $L$  при наличии теплоизбытков, определяется по формуле

$$L_{тепл. изб.} = \frac{Q_{изб.}}{C \Delta T \gamma_{пр}} \quad \text{м}^3/\text{ч}. \quad (2)$$

где

$C$ —теплоемкость воздуха,  $1 \text{ кДж/ч} \times K$ ;

$\Delta T$  - разность температур удаляемого и приточного воздуха,  $K$ ;

$\gamma_{пр}$  - плотность приточного воздуха,  $1,29 \text{ кг/м}^3$ .

При наличии в воздухе помещения вредных газов и пыли количество воздуха, которое необходимо подавать в помещение для уменьшения концентраций вредных выделений до допустимых норм, рассчитывают по выражению

$$L_{вр. газы} = \frac{W}{C_0 - C_n} \quad \text{м}^3/\text{ч}, \quad (3)$$

где

$W$  - количество поступающих вредных выделений,  $\text{г/ч}$ ;

$C_0$  - предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных выделений в воздухе помещения,  $\text{г/м}^3$

- для  $CO$   $C_0 = 2 \times 10^{-2} \text{ г/м}^3$ ;

- для пыли Рв  $C_{\partial} = 1 \times 10^{-5} \text{ г/м}^3$ ;
- для нетоксичной пыли П  $C_{\partial} = 10^{-2} \text{ г/м}^3$ .

$C_{\Pi}$  - концентрация вредных примесей в воздухе, поступающем в производственное помещение,  $\text{г/м}^3$ .

При решении данной задачи считать, что  $C_{\Pi} = 0$ .

Для каждого вида вредных выделений необходимое количество вентиляционного воздуха  $L$  рассчитывается отдельно. Затем берется наибольшее из полученных значений и подставляется в формулу для расчета кратности воздухообмена

$$K = \frac{L_{\max}}{V}, \quad \frac{1}{\eta}. \quad (4)$$

Сделать выводы по результатам полученных расчетов.

Вопросы в тестовой форме  
Лабораторная работа №1  
**Организм и среда. Биоценоз**

1. Среда жизни, характеризующаяся плотным сложением (т.е. имеет твердые части) называется.....
  - : водной,
  - : наземно-воздушной,
  - : почвенной,
  - : организменной
2. Среда жизни, обитая в которой организмы осуществляют связь с внешней средой через хозяина, называется ...
  - : почвенной,
  - : наземно-воздушной,
  - : организменной,
  - : водной
3. Наибольшей изменчивостью экологических условий существования характеризуется\_\_\_\_\_ среда жизни.
  - : почвенная,
  - : организменная,
  - : водная,
  - : наземно-воздушная
4. Природная среда, преднамеренно или непреднамеренно изменяемая человеком, называется...
  - : антропогенной,
  - : социальной,
  - : культурной,
  - : урбанизированной
5. В водной среде жизни при увеличении глубины давление...
  - : увеличивается,
  - : уменьшается,
  - : изменяется несущественно,
  - : подвержено резким колебаниям
6. В водной среде жизни с глубиной происходит смена зеленых водорослей на бурые и красные, что связано с...

- : уменьшением концентрации кислорода,
  - : убыванием солнечного света,
  - : повышением солености,
  - : понижением температуры
7. В литосфере распространение жизни ограничивает...
- : отсутствие пищи,
  - : наличие газообразного кислорода,
  - : плотность сложения пород,
  - : температура
8. Любые элементы или условия среды, оказывающие воздействие на организм, называются...
- : экологическими факторами,
  - : экологическими проблемами,
  - : экологической парадигмой,
  - : экологической валентностью
9. Температура, свет, влажность — это \_\_\_\_\_ экологические факторы среды.
- : абиотические,
  - : фитогенные,
  - : антропогенные,
  - : биотические
10. К абиотическим факторам среды относятся ...
- : вода,
  - : нейтраллизм,
  - : симбиоз,
  - : почва,
  - : конкуренция
11. К биотическим экологическим факторам относится ...
- : свет,
  - : температура,
  - : конкуренция,
  - : вырубка лесных массивов
12. К антропогенным экологическим факторам относится ...
- : симбиоз,
  - : вырубка леса,
  - : вода,
  - : нейтраллизм

13. К антропогенным экологическим факторам относится .....
- : хищничество,
  - : свет,
  - : конкуренция,
  - : разрушение озонового экрана
14. Разнообразные типы взаимоотношений организмов между собой относятся к \_\_\_\_\_ экологическим факторам.
- : почвенным,
  - : биотическим,
  - : антропогенным,
  - : абиотическим
15. Прямое или косвенное (через изменение среды) влияние растений на другие организмы относится к группе \_\_\_\_\_ экологических факторов.
- : зоогенных,
  - : фитогенных,
  - : эдафических,
  - : орографических
16. Газовый состав атмосферы относится к \_\_\_\_\_ экологическим факторам.
- : физическим,
  - : биотическим,
  - : химическим,
  - : климатическим
17. Ветер, свет, влажность, температура – это \_\_\_\_\_ экологические факторы.
- : химические,
  - : биотические,
  - : климатические,
  - : антропогенные
18. Рельеф местности, крутизна и ориентация склона относительно сторон света, являются \_\_\_\_\_ экологическими факторами.
- : антропогенными,
  - : орографическими,
  - : химическими,
  - : биотическими
19. Плотность сложения, механический состав, влагоемкость, аэрируемость почвы называются \_\_\_\_\_ экологическими факторами.
- : биологическими,



- : орографическими,
- : эдафическими,
- : химическими

20. Смерчи и торнадо относятся к \_\_\_\_\_ экологическим факторам.

- : антропогенным,
- : биотическим,
- : климатическим,
- : химическим

21. Совокупность многообразных воздействий леса на организмы и среду – это \_\_\_\_\_ экологические факторы.

- : биотические,
- : абиотические,
- : орографические,
- : климатические

22. Солевой состав воды – это \_\_\_\_\_ экологический фактор

- : биотический,
- : фитогенный,
- : абиотический,
- : зоогенный

23. Выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей - это:

- : закон минимума Ю. Либиха,
- : закон лимитирующих факторов В. Шелфорда,
- : закон пирамиды энергий Р. Линдемана,
- : аксиома Ч. Дарвина

24. Понятие о лимитирующих факторах разработал ...

- : Н. Реймерс,
- : Б. Коммонер,
- : Ю. Одум,
- : В. Шелфорд

25. Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма (популяции), называется зоной...

- : максимума,
- : пессимума,
- : оптимума,
- : минимума

26. Интенсивность экологического фактора, при которой жизнедеятельность организма угнетается, но он еще может существовать, называется зоной...
- : максимума,
  - : пессимума,
  - : оптимума,
  - : кризиса
27. Закон Ю. Либиха гласит: вещество, которое находится в \_\_\_\_\_ , управляет урожаем и определяет величину и устойчивость последнего.
- : избыточном количестве,
  - : минимуме,
  - : нормальном количестве,
  - : максимуме
28. Широкоареальные виды, как правило, характеризуются...
- : пойкилотермностью,
  - : эврибионтностью,
  - : гомойотермностью,
  - : стенобионтностью
29. Виды, имеющие узкие пределы выносливости к изменению экологических факторов, называются...
- : доминантными,
  - : кодоминантными,
  - : стенобионтными,
  - : эврибионтными
30. Свойство видов приспосабливаться к тому или иному диапазону колебаний фактора среды – это...
- : экологическая ниша,
  - : экологическая пластичность,
  - : экологический ряд,
  - : экологическое требование
31. За нижним и верхним пределом экологической выносливости организм попадает в зону...
- : оптимума,
  - : пессимума,
  - : гибели,
  - : стресса
32. В условиях недостатка или избытка любого из лимитирующих факторов, влияющих на организм .....

- : численность вида достигает максимально возможного значения для данной экосистемы,
  - : успешное процветание вида невозможно,
  - : наблюдается процветание вида,
  - : ослабляется действие других экологических факторов
33. Уплощение тела в дорзо-вентральном (спинно-брюшном) направлении у камбалы, ската и других глубоководных обитателей - это адаптация к ...
- : кислотности среды,
  - : высокому давлению,
  - : недостатку кислорода,
  - : недостатку света
34. Упрощение строения, высокая плодовитость и специфические органы фиксации (крючки, присоски) - это адаптации \_\_\_\_\_ к среде жизни.
- : конкурентов,
  - : паразитов,
  - : фитофагов,
  - : хищников
35. Способность обитателей пустынь к обеспечению потребности во влаге за счет окисления запасов жира в организме является...
- : экологической пластичностью,
  - : физиологической адаптацией,
  - : экологической индивидуальностью,
  - : анатомической адаптацией

### **Биоценоз**

1. Учение о биоценозе как сообществе тесно взаимосвязанных организмов разработал...
  - : Н.Реймерс,
  - : К. Мебиус,
  - : Э.Зюсс,
  - : К. Тимирязев
2. Пространство с более или менее однородными условиями, заселенное сообществом организмов (биоценозом), называется...
  - : акваторией,
  - : биотопом,
  - : площадью питания,
  - : почвогрунтом
3. Границы биоценоза...
  - : не имеют отношения к биотопу,

- : переменчивы по сравнению с границами биотопа,
  - : выходят за пределы границ биотопа,
  - : совпадают с границами биотопа
4. Структура биоценоза включает .....
- : зооценоз и экотоп,
  - : микробиоценоз и биотоп,
  - : фитоценоз и микробиоценоз,
  - : фитоценоз, зооценоз и микробиоценоз
5. Структура биоценоза, показывающая распределение организмов разных видов в пространстве (по вертикали и горизонтали), называется
- : зоотической,
  - : экологической,
  - : видовой,
  - : пространственной
6. Структура биоценоза, показывающая численность видов и их соотношение, называется ...
- : микробиоценотической,
  - : экологической,
  - : видовой,
  - : пространственной
7. Агроэкосистемы характеризуются...
- : понижением конкурентоспособности вида,
  - : усилением конкурентоспособности вида,
  - : повышенным видовым разнообразием,
  - : усилением естественных регуляторных связей
8. Агроэкосистемы отличаются от естественных экосистем тем, что ...
- : требуют дополнительных затрат энергии,
  - : характеризуются большим биоразнообразием,
  - : растения в них плохо растут,
  - : занимают площадь большую, чем естественные
9. Биологическая популяция включает совокупность особей разного \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
- : пола,
  - : возраста,
  - : вида,
  - : типа

10. Биологической популяцией называется совокупность особей одного

\_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ .

- : пола,
- : возраста,
- : вида,
- : ареала

11. Сбалансированность рождаемости и смертности характерна для

\_\_\_\_\_ популяций.

- : сокращающихся,
- : стабильных,
- : естественных,
- : растущих

12. Значительное превышение численности возрастной группы особей с дорепродуктивным возрастом по сравнению с группой особей, находящихся в пострепродуктивном возрасте, характерно для \_\_\_\_\_ популяций.

- : неопределенных,
- : растущих,
- : стабильных,
- : сокращающихся

13. Резкое, многократное, как правило, относительно внезапное увеличение численности особей какого-либо вида, связанное с выключением обычных механизмов ее регуляции, наблюдающееся, например, при интродукции видов (кролики в Австралии), называется ...

- : репродуктивным усилением,
- : популяционным взрывом,
- : демографическим коллапсом,
- : агрегацией

14. Форма связей между видами, при которой организм-потребитель использует живого хозяина не только как источник пищи, но и как место постоянного или временного обитания называется .....

- : симбиоз,
- : паразитизм,
- : хищничество,
- : конкуренция

15. Взаимодействие бобовых растений и клубеньковых бактерий является примером...

- : хищничества,
- : паразитизма,
- : симбиоза,

-: конкуренции

16. Тип взаимодействия, при котором организмы соперничают друг с другом, пытаясь лучше и быстрее достичь какой-либо цели, - это ...

- : нейтрализм,
- : хищничество,
- : паразитизм,
- : конкуренция

17. Тесное взаимовыгодное сосуществование видов называется \_\_\_\_\_ или \_\_\_\_\_.

- : аменсализмом,
- : симбиозом,
- : мутуализмом,
- : паразитизмом

18. Головастики некоторых видов лягушек выделяют в воду вещества, замедляющие развитие головастиков другого вида. Такое явление называется ...

- : аменсализмом,
- : сукцессией,
- : комменсализмом,
- : эвтрофикацией

19. Постоянное или временное сожительство особей разных видов, при котором один из партнеров питается остатками пищи или продуктами выделения другого, не причиняя ему вреда, называется ...

- : нейтрализмом,
- : аменсализмом,
- : мутуализмом,
- : комменсализмом

20. Если два вида не взаимодействуют друг с другом и не зависят друг от друга, то такой тип взаимодействия называется ...

- : нейтрализмом,
- : комменсализмом,
- : протокооперацией,
- : аменсализмом

21. В пищевой цепи «трава – мышь – змея – еж» змея одновременно является \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

- : хищником,
- : паразитом,
- : продуцентом,
- : фитофагом,

-: жертвой

22. Организмы, образующие органическое общество из неорганических веществ посредством фотосинтеза или хемосинтеза, называются ...

- : фитофагами,
- : детритофагами,
- : автотрофами,
- : гетеротрофами

23. Согласно закону (правилу) пирамиды энергии, с предшествующего трофического уровня экологической пирамиды на последующий передается в среднем \_\_\_\_\_ энергии.

- : 80%,
- : 50%,
- : 10% ,
- : 2%

24. В пастбищных пищевых цепях (цепях выедания) 2-й трофический уровень занимают ...

- : редуценты,
- : детритофаги,
- : травоядные,
- : плотоядные

25. Организмы, использующие для питания только или преимущественно органические вещества, произведенные другими видами, называются ...

- : хемотрофами,
- + - гетеротрофами,
- : продуцентами,
- : автотрофами

26. Организмы, занимающие в пищевых цепях 3-й трофический уровень характеризуются как \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

- : плотоядные,
- : консументы 1-го порядка,
- : травоядные,
- : консументы 2-го порядка,
- : детритофаги

27. Белка, использующая пищу растительного и животного происхождения, является \_\_\_\_\_ и может занимать \_\_\_\_\_.

- : продуцентом,
- : консументом 2-го и 3-го порядка,

- : консументом 1-го и 2-го порядка,
- : 1-ый трофический уровень,
- : 2-ой и 3-й трофический уровень

28. Консументы 1-го порядка потребляют \_\_\_\_\_ продукцию.

- : валовую вторичную,
- : чистую первичную,
- : валовую первичную,
- : чистую вторичную

29. В наземных биогеоценозах источником энергии является ...

- : геотермальная энергия,
- : солнечная энергия,
- : химическая энергия биополимеров,
- : энергия приливов и отливов

30. При переходе с одного трофического уровня на другой, более высокий, теряется \_\_\_\_\_ энергии.

- : 50 %
- : 90 %
- : 100 %
- : 9 %

31. Последовательная смена биоценозов, преемственно возникающая на одной и той же территории под влиянием природных факторов или воздействия человека, называется...

- : климаксом,
- : цикличностью,
- : сукцессией,
- : изменчивостью

32. Сукцессия, вызванная деятельностью человека, называется...

- : пирогенной,
- : антропогенной,
- : аллогенной,
- : аутогенной

33. Видовой состав растений и животных в процессе сукцессии ...

- : существенно не меняется,
- : непрерывно меняется,
- : остается постоянным,
- : резко возрастает



34. Процесс развития и смены экосистем на не заселенных ранее участках, начинающий с их колонизации, называется ...

- : третичной сукцессией,
- : полисукцессией,
- : вторичной сукцессией,
- : первичной сукцессией

35. С увеличением размеров и сложности строения устойчивость экосистемы ...

- : стабилизируется,
- : нарушается,
- : не изменяется,
- : повышается