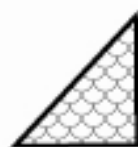


**Н.Б. Иваненко  
С.Б. Ярусова**

# **ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

**Модуль 1**

**Практикум**



Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Владивостокский государственный университет  
экономики и сервиса  
Международный институт туризма и гостеприимства  
Кафедра туризма и экологии

---

**Н.В. Иваненко, С.Б. Ярусова**

# **ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

**МОДУЛЬ 1**

Практикум

Владивосток  
Издательство ВГУЭС  
2021

ББК 20  
УДК 735.29  
И18

**Иваненко, Наталья Владимировна**  
И18 **Прикладная экология. Модуль 1 : практикум /**  
Н. В. Иваненко, С. Б. Ярусова. – Владивосток: Изд-во  
ВГУЭС, 2021. – 28 с.

ISBN 978-5-9736-0635-0

Приведены лабораторные работы, которые позволят познакомиться с практическими методами производственного лабораторного контроля и мониторинга. Лабораторные работы разработаны на основе действующей нормативно-технической документации, унифицированных методов анализа. С целью закрепления изученного материала приводятся контрольные вопросы.

Для студентов направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», профиль «Экологическая безопасность».

ББК 20  
УДК 735.29

ISBN 978-5-9736-0635-0

© Иваненко Н.В., Ярусова С.Б.,  
текст 2021

© ФГБОУ ВО «Владивостокский  
государственный университет  
экономики и сервиса», оформле-  
ние, издание, 2021

## **ВВЕДЕНИЕ**

Производственный экологический контроль (ПЭК) осуществляется в соответствии со статьей 67. Производственный контроль в области охраны окружающей среды (производственный экологический контроль) Федерального закона от 10.01.02 № 7-ФЗ (в действующей редакции) «Об охране окружающей среды».

Определение ПЭК приведено в п. 1 № 7-ФЗ:

«Производственный контроль в области охраны окружающей среды (производственный экологический контроль) осуществляется в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды, рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, а также в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды, установленных законодательством в области охраны окружающей среды».

Согласно п. 5 № 7-ФЗ (введен Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ) «При осуществлении производственного экологического контроля измерения выбросов, сбросов загрязняющих веществ в обязательном порядке производятся в отношении загрязняющих веществ, характеризующих применяемые технологии и особенности производственного процесса на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду (маркерные вещества)».

Производственный экологический мониторинг (ПЭМ) является частью производственного экологического контроля.

В структуру ПЭМ могут входить следующие подсистемы:

- мониторинг загрязнения атмосферного воздуха;
- мониторинг выбросов загрязняющих веществ с использованием автоматических измерительных систем (АИС);
- мониторинг водных объектов и водоохраных зон;
- мониторинг объёма забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объёма сброса сточных, в том числе дренажных, вод, их качества; мониторинг подземных вод (ст. 22 Закона РФ «О недрах»);
- мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду.

Контролируемые параметры (химические, физические и биологические показатели) в рамках реализации той или иной подсистемы ПЭМ определяют в зависимости от оказываемого негативного воздействия на окружающую среду. Для каждой подсистемы разрабатывают собственную программу ПЭМ с учётом требований ГОСТ Р 56063-2014 «Требования к программам производственного экологического мониторинга». Эти программы входят в программу производственного экологического контроля.

Подробно информация о ПЭК и ПЭМ изложена в методической литературе, в том числе канд. физ-мат. наук Н.Д. Сорокина (ООО «Фирма «Интеграл», г. Санкт-Петербург) [4].

Лабораторные работы предусматривают знакомство с методами оценки качества вод и загрязнения атмосферного воздуха.

При подготовке к лабораторным работам студентам рекомендуется руководствоваться рекомендуемой основной и дополнительной литературой.

# Лабораторная работа 1.

## ИОНООБМЕННАЯ СОРБЦИЯ.

### УСТРАНЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

#### Этапы работы:

1. Прочитать методику.
2. Выполнить этап I лабораторной работы – «Установление общей и временной жесткости воды».
3. Выполнить этап II лабораторной работы – «Устранение жесткости методом ионного обмена».
4. Выполнить этап III лабораторной работы – Рассчитать емкость ионита.
5. Ответить (письменно) на контрольные вопросы (включить в теоретическую часть отчета).
6. Подготовить отчет (самостоятельная работа).
7. Прикрепить отчет в электронный курс (отправить на проверку).
8. Защита отчета (устно).

#### Реактивы и оборудование:

##### *1. Определение общей жесткости:*

Комплексон III (Трилон Б) – 0,05 н (50 мл фиксанала 0,1 н переносят в мерную колбу на 100 мл и доводят до метки дистиллированной водой).

Аммиачный буферный раствор (20 г  $\text{NH}_4\text{Cl}$  растворить в 500 мл воды, добавить 80 мл концентрированного аммиака и довести объем до 100 мл).

Индикатор хромоген синий или эриохром черный Т (0,5 г индикатора растворяют в 20 мл аммиачно-буферного раствора и доводят объем до 100 мл этиловым спиртом).

Сернистый натрий 9-водный 10 % р-р – капельница.

*2. Определение временной жесткости:*

НСl 0,1 н. – 400 мл;

метилловый оранжевый – капельница.

*3. Ионообменная сорбция:*

Делительная воронка объемом 100–150 см<sup>3</sup>

8 стаканчиков 100 мл;

7 пробирок 20 мл;

пипетка 10 мл;

катионит;

НСl 1 моль/дм<sup>3</sup> – 1000 мл;

NaOH 1 моль/дм<sup>3</sup> – 1000 мл;

NaCl 0,01 моль/дм<sup>3</sup> – 100 мл;

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% р-р – 100 мл.

универсальная индикаторная бумага;

дистиллированная вода.

*4. Определение pH:*

Электрод вымочить в р-ре НСl;

Насыщенный р-р КСl.

**Цели работы:**

1. Установление общей и временной жесткости воды.
2. Устранение жесткости методом ионного обмена.
3. Определение емкости ионита

**Ход работы:**

*Трилометрический метод определения общей жесткости воды ( $J_{общ}$ , мг-экв/л)*

1. Заполнить бюретку 0,05 рабочим раствором (Трилон Б), установив уровень раствора на нулевом делении.

2. Отмерить в колбу 50 мл исследуемой воды. *Так как в анализируемой воде могут присутствовать, кроме кальция и магния, также и другие катионы, взаимодействующие с Трилоном Б, например, железо, цинк, медь, марганец, то принимают меры против их влияния на результаты титрования. Например, влияние меди и цинка устраняют добавлением к воде нескольких капель 10 %-го р-ра сульфида натрия.*

3. Добавить 5 мл буферного раствора и несколько капель индикатора хромогена синего. Вода должна окраситься в красный цвет.

4. Титровать раствором Трилона Б до перехода окраски из красной в фиолетовую. Подождать, перемешивая содержимое колбы, 2–3 секунды. Окраска может без добавления трилона перейти из фиолетовой в синюю. Если это не произошло, добавить осторожно еще 2–3 капли до перехода окраски воды в синюю. Отмерить объем рабочего раствора, пошедшего на титрование.

5. Определение повторить 2–3 раза до получения сходных результатов.

6. Результаты измерений занести в таблицу. Для расчета взять среднее значение объема Трилона Б.

№	$V_{\text{пробы воды, мл}}$	$V_{\text{рабочего раствора, мл}}$
1		
2		
3		
Среднее значение =		



7. Рассчитать общую жесткость воды по формуле:

$$J_{\text{общ}} = N_{\text{рабочего раствора}} \cdot V_{\text{рабочего раствора}} \cdot 1000 / V_{\text{пробы воды}} \text{ (МГ-ЭКВ/Л)}$$

*Определение карбонатной жесткости и расчет некарбонатной жесткости воды.*

8. Для исследования используют неумягченную воду. Титрование проводят 0,1 н р-ром HCl. Титруют 100 мл воды р-ром HCl в присутствии индикатора метилового оранжевого до перехода окраски в желто-розовую (цвет чайной розы).

9. Определение повторить 2–3 раза до получения сходных результатов.

10. Результаты титрования занести в таблицу. Для расчета взять среднее значение объема HCl.

№	$V_{\text{пробы воды}}$ , мл	$V_{\text{рабочего раствора}}$ , мл
1		
2		
3		
Среднее значение =		

11. Временную жесткость для не умягченной воды рассчитывают по формуле:

$$J_{\text{карбонатная}} = N_{\text{рабочего раствора}} \cdot V_{\text{рабочего раствора}} \cdot 1000 / V_{\text{пробы воды}} \text{ (МГ-ЭКВ/Л)}$$

12. Постоянную жесткость определяют по уравнению:

$$J_{\text{постоянная}} = J_{\text{общая}} - J_{\text{карбонатная}} \text{ (МГ-ЭКВ/Л)}$$

*Устранение жесткости воды*

13. Отмерить цилиндром в колбу 600 мл жесткой воды.

14. Заполнить делительную воронку ионообменной смоллой, уровень жидкости должен быть выше слоя катионита.

Открыть нижний кран, аккуратно слить раствор, находящийся над катионом до верхнего уровня ионита в колонке и закрыть кран. Затем пространство над катионитом заполняют умягчаемой водой. При заполнении следить за тем, чтобы в пипетке не было пузырьков воздуха.

15. Приготовить семь стаканчиков емкостью 100 мл.

16. Пропустить воду через колонку с катионитом со скоростью 15 мл в минуту ( $\approx 1-2$  капли в секунду) и собрать в стаканчики по 60 мл (до метки). Первую пробу вылить, но объем воды принять в расчет.

17. Из каждого стаканчика отобрать пипеткой по 10 мл умягченной воды и перенести в пробирки.

18. В каждую из пробирок добавить по 5 мл 20%-ного р-ра  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (соды) и наблюдать за появлением помутнения в течение 2-х минут.

19. Первую пробирку, в которой произошло помутнение, отмечают и проводят в соответствующей пробе анализ общей жесткости трилометрическим методом.

#### *Определение емкости катионита.*

20. Обменную емкость сухого катионита рассчитывают по формуле:

$$E = K \cdot J_{\text{общая}} \cdot V_{\text{воды}} / V_{\text{ионита}},$$

где  $K$  – коэф-т набухания ионита. Принять равным 1,8

$$V_{\text{воды}} = V_{\text{отброшен}} + V_1 + V_2 + \dots + V_n,$$

где  $n$  – число проб до появления помутнения.

$V_{\text{ионита}} = h \cdot S$ , где  $h$  – высота столба катионита в колонке,  $d$  – внутренний диаметр колонки.

21. Регенерировать колонку, пропуская раствор соляной кислоты (1 моль/дм<sup>3</sup>).

*Оформить выводы (в соответствии с целями работы).*

## Контрольные вопросы

1. Дайте определение жесткости воды.
2. Что является количественной мерой жесткости воды?
3. Какие виды жесткости различают?
4. В каких единицах выражается жесткость?
5. Какие категории жесткости воды выделяют?
6. Что происходит при добавлении в жесткую воду 1) кальцинированной соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 2) гашёной извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ? Напишите уравнения реакции.
7. Что происходит при кипячении жесткой воды? Напишите уравнения реакции.
8. Какие методы устранения жесткости воды вы знаете?
9. Объясните принцип действия ионообменных смол.
10. Дайте характеристику методам определения жесткости воды.
11. На каких реакциях основаны методы определения жесткости воды? (Продублируйте эти реакции в экспериментальной части отчета).

## Лабораторная работа 2. ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ВОДЫ

### Этапы работы:

1. Изучить ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа». – Москва: Госстандарт, 1972. – 9 с.

2. Изучить методику фотометрического определения содержания железа.

3. Выполнить этап I лабораторной работы – Выполнить шкалу эталонных растворов.

4. Выполнить этап II лабораторной работы – Провести построение калибровочного графика.

5. Выполнить этап III лабораторной работы – Измерить концентрацию железа в водопроводной воде.

6. Изучить методы обезжелезивания воды (осуществить поиск литературы).

7. Выполнить этап IV лабораторной работы – Провести обезжелезивание водопроводной воды в лаборатории сорбционным методом.

8. Выполнить этап V лабораторной работы – Оценить эффективность обезжелезивания воды.

9. Ответить (письменно) на контрольные вопросы (включить в теоретическую часть отчета).

10. Подготовить письменный отчет (самостоятельная работа).

11. Прикрепить отчет в электронный курс (отправить на проверку).

12. Защитить отчет (устно).

## **Реактивы и оборудование:**

*Подготовка рабочей шкалы для фотометрирования:*

Оборудование для приготовления рабочей шкалы:

Колбы конические V=50 мл – 7 шт.

Стеклянные палочки для перемешивания – 7 шт.

Пипетки V=1 мл – 2 шт., 2 мл – 1 шт., 5 мл – 1 шт.

Ступка и пестик керамические.

*Раствор сульфосалициловой кислоты.* 20 г сульфосалициловой кислоты поместить в мерную колбу на 100 мл и растворить в небольшом количестве дистиллированной воды. Затем разбавить водой до метки и перемешать.

*Раствор хлорида аммония* 2 моль/л. 10,7 г хлорида аммония поместить в мерную колбу на 100 мл и растворить в небольшом количестве дистиллированной воды. Затем разбавить водой до метки и перемешать.

*Раствор аммиака* 1:1. В мерную колбу на 100 мл внести 50 мл концентрированного (25 %) раствора аммиака, разбавить водой до метки и перемешать.

*Гидроперит.* Используется обычный аптечный гидроперит в виде таблеток (m=1,5 г).

*Приготовление основного стандартного раствора.* Навеску 0,8636 г железоаммонийных квасцов поместить в мерную колбу на 1000 мл, добавить немного дистиллированной воды и 2 мл концентрированной соляной кислоты. После растворения соли долить водой до метки и перемешать. 1 мл полученного раствора содержит 0,1 мг железа.

*Приготовление рабочего стандартного раствора.* 5 мл основного рабочего раствора поместить в мерную колбу на 100 мл и разбавить водой до метки. 1 мл полученного раствора содержит 0,005 мг железа. Раствор должен быть использован в тот же день.

*Фотометрирование и построение калибровочного графика:*

Спектрофотометр Юнико 1201 (длина волны 400 нм).

Кювета 50 мм.

Бумага фильтровальная (для протирки кюветы).

Бумага миллиметровая.

Линейка.

*Определение концентрации железа в водопроводной воде.*

Спектрофотометр Юнико 1201 (длина волны 400 нм).

Кювета 50 мм.

Бумага фильтровальная (для протирки кюветы).

Бюретка (50 мл) для взятия точного объема аликвоты исследуемой воды.

Коническая колба – 100 мл – 2 шт.

Пипетки  $V=1$  мл – 2 шт.

Ступка и пестик керамические.

Использовать те же реактивы, что и для подготовки рабочей шкалы для фотометрирования:

– раствор сульфосалициловой кислоты;

– раствор хлорида аммония;

– раствор аммиака;

– гидроперит.

*Обезжелезивание водопроводной воды сорбционным методом.*

Мерный цилиндр  $100\text{ см}^3$  – 1 шт.

Колба  $250\text{ см}^3$  – 2 шт.

Воронка стеклянная – 1 шт.

Палочка стеклянная – 1 шт.

Фильтр белая лента.

Целлюлоза, обработанная разбавленной соляной кислотой ( $1 \text{ моль/дм}^3 - 1000 \text{ мл}$ ). Подготовить по аналогии с подготовкой катионита – 2 г.

Аммиачный буферный раствор (рН=9).

Раствор аммиака (2:3)

### **Цели работы:**

1. Определение концентрации железа методом фотометрического определения с сульфосалициловой кислотой.
2. Удаление железа из воды сорбционным методом.

### **Ход работы:**

*Подготовка шкалы рабочей шкалы для фотометрирования.*

В конические колбы поместить 0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 мл рабочего стандартного раствора и довести дистиллированной водой до 50 мл. Полученная шкала соответствует содержанию железа 0; 0,05; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50 мг/л соответственно. Затем во все колбы добавить по 1 мл раствора сульфосалициловой кислоты и по одной размятой в ступке таблетке гидроперита (1,5 г). Перемешать до растворения гидроперита и выдержать 5 минут. Затем во все колбы добавить по 1 мл раствора хлорида аммония и по 1 мл раствора аммиака. Выдержать 5 минут и измерить оптическую плотность.

*Фотометрирование и построение калибровочного графика:*

Оптическую плотность измерить при длине волны 400 нм, (кювета 50 мм). Оптическую плотность следует определять относительно холостой пробы.

Результаты фотометрирования занести в табл. 1.

Таблица 1

**Оптические плотности раствора рабочей шкалы**

№ пробы	Содержание железа, мг/л*	Оптическая плотность растворов при $\lambda=400$ нм и $l = 50$ мм
1	0	
2	0,05	
3	0,10	
4	0,20	
5	0,30	
6	0,40	
7	0,50	

*\*В методике ГОСТ указано, что закон Бугера-Ламберта-Бера выполняется при содержании железа в анализируемой пробе до 2 мг/мл*

Градуировочный график строится в осях С «концентрация железа, мг/л» – D «оптическая плотность».

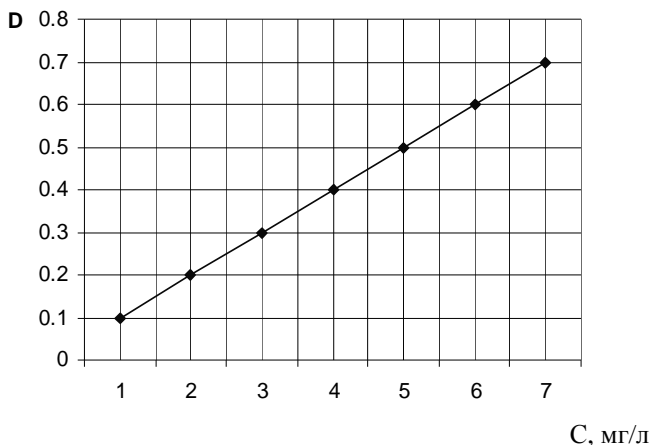


Рис. Пример градуировочного графика\*\*

*\*\*Градуировочный график строят, откладывая по горизонтальной оси известные концентрации С, а по вертикальной – соответствующие значения оптической плотности D.*



щие им значения оптической плотности  $D$ , рассчитанные по методу наименьших квадратов. Следует убедиться в том, что зависимость концентрации от оптической плотности – линейная (по критерию Фишера), т.е. выражается на графике прямой линией. По градуировочной кривой (точнее по уравнению линейной регрессии) в дальнейшем определяют неизвестную концентрацию вещества в исследуемых растворах.

#### *Определение концентрации железа в водопроводной воде.*

В коническую колбу поместить аликвоту 50 мл анализируемой воды, добавить 1 мл раствора сульфосалициловой кислоты. Одну таблетку гидроперита размять в ступке и всыпать в анализируемую воду. Перемешать содержимое колбы и выдержать 5 минут для окисления двухвалентных соединений железа в трёхвалентные. Затем в колбу добавить 1 мл раствора хлорида аммония и 1 мл раствора аммиака и выдержать 5 минут для развития окраски. Параллельно следует приготовить холостую пробу, взяв в колбу аликвоту 50 мл дистиллированной воды и проделав с ней все вышеперечисленные операции. Далее следует провести определение оптической плотности пробы относительно холостой при длине волны 400 нм, используя кюветы длиной 50 мм. Можно также определить содержание железа визуально, перелив пробу в высокую пробирку слоем 15-20 см и сравнивая окраску со шкалой на белом фоне, глядя сверху, через весь слой жидкости.

#### *Расчет концентрации железа в исследуемой пробе:*

Если проба воды перед анализом не разбавлялась, то содержание железа в мг/л вычисляется по градуировочному графику. При предварительном разбавлении пробы содержание железа вычисляется по формуле:

$$X = \frac{C \cdot 50}{V},$$

где  $X$  – содержание железа, мг/л.

$C$  – содержание железа, мг/л, найденное по градуировочному графику.

$V$  – объём аликвоты воды, взятой на анализ, мл.

50 – объём, до которого разбавлена взятая аликвота, мл.

За окончательный результат анализа принимается среднее арифметическое значение двух параллельных определений, если расхождение между ними не превышает 25%.

*Обезжелезивание водопроводной воды сорбционным методом.*

Для проведения обезжелезивания в колбу на 250 см<sup>3</sup> поместить 100 см<sup>3</sup> исследуемой воды, добавить 1 см<sup>3</sup> раствора аммиака (2:3) и 2 г целлюлозы (сорбция активизируется в щелочной среде, которую создают, добавляя в пробу аммиачный буферный раствор рН=9). Содержимое перемешать. Через 15 мин контакта пробу фильтровать. Исходную исследуемую воду и фильтрат анализировать на содержание железа по методике, описанной выше. Эффективность обезжелезивания ( $\mathcal{E}$ , %) вычислить по формуле  $\mathcal{E} = 100 \cdot (C_{\text{Fe}}^{\text{исх.}} - C_{\text{Fe}}^{\text{ост.}}) / C_{\text{Fe}}^{\text{исх.}}$ , где  $C_{\text{Fe}}^{\text{исх.}}$  – исходная концентрация железа в исследуемой воде, мг/кг;  $C_{\text{Fe}}^{\text{ост.}}$  – остаточная концентрация железа в фильтрате, мг/кг. Результаты проведенных опытов занести в табл. 2.

*Таблица 2*

### **Эффективность обезжелезивания воды**

№ пробы	Испытуемая вода	$V_{\text{пробы воды}}$ , см <sup>3</sup>	$C_{\text{Fe}}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\mathcal{E}$ , %
1	Исходная	25		
2	После очистки	25		

*Оформить выводы (в соответствии с целями работы).*

## Контрольные вопросы

1. Какими уравнениями выражается основной закон светопоглощения?
2. В чем сущность метода градуировочного графика?
3. Какая зависимость должна прослеживаться при построении калибровочного графика?
4. Как влияет разбавление или концентрирование пробы воды, взятой на анализ, для проведения расчетов по экспериментальным данным?
5. В каких формах железо находится в природных водах?
6. Какое влияние на организм человека могут оказывать ионы железа в питьевой воде, если содержание превышает 0,3 мг/л?
7. Методы обезжелезивания воды (реагентные, безреагентные).

# Лабораторная работа 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ. КАРБОНАТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ВОЗДУХЕ

## Этапы работы:

1. Подбор литературы и написание теоретической части отчета (при написании руководствоваться контрольными вопросами).
2. Изучение методик.
3. Получение допуска к выполнению работы (устный опрос – знание методик определения).
4. Определение загрязняющих веществ экспресс-методом (лабораторная работа под контролем преподавателя).
5. Написание экспериментальной части отчета.
6. Прикрепить отчет в электронный курс (отправить на проверку).
7. Защитить отчет (устно).

## Реактивы и оборудование:

*Индикаторные трубки как средства экспресс-контроля:*

Аспиратор.

Индикаторные трубки.

Модельный источник загрязнения воздуха одним из перечисленных загрязняющих веществ (угарный газ, оксиды азота, диоксид серы, хлор, аммиак, сероводород, бензин, легколетучие углеводороды).

*Карбонатный метод определения углекислого газа в атмосферном воздухе:*

- медицинский шприц на 20 мл;
- 0,005%-ный раствор карбоната натрия;
- фенолфталеин.

### **Цели работы:**

1. Оценить содержание в воздухе рабочей зоны ряда приоритетных и специфических загрязняющих веществ с помощью экспрессных средств экоаналитического контроля.
2. Определить содержание углекислого газа в воздухе помещения.

### **Ход работы:**

*Индикаторные трубки как средства экспресс-контроля:*

Выберите нужную индикаторную трубку, отломите края запаянных концов (*Осторожно! Стекло!*) при помощи металлических частей отверстия на газоотборном ручном устройстве. Измерение проводят не позднее 1 мин после разгерметизации трубки.

В соответствии с инструкцией на упаковке ИТ вставьте трубку по направлению указательной стрелки в пробозаборник – в отверстие с резиновой насадкой. Направьте открытый конец индикаторной трубки к источнику загрязнения, и, последовательно сжимая и разжимая ручное устройство, прокачайте 10 раз воздух в течение 1 мин. Наблюдайте за изменением окраски сорбента в индикаторной трубке.

Отсоедините индикаторную трубку, сравните длину окрашенного слоя сорбента со шкалой. Проведите расчеты содержания загрязняющего вещества в анализируемом воздухе, сравните со значениями ПДК рабочей зоны и ПДК с.с. в атмосфере, используя справочные данные.

*Карбонатный метод определения углекислого газа в атмосферном воздухе.*

В медицинский шприц на 20 мл наберите 5 мл 0,005%-ного раствора карбоната натрия с фенолфталеином, имеющего розовую окраску, а затем наберите 20 мл воздуха. Встряхивайте в течение 1 мин. Если не произошло обесцвечивание раствора, воздух из шприца осторожно выжмите, оставив в нем раствор, затем вновь наберите порцию воздуха 20 мл и снова встряхивайте в течение 1 мин. Эту операцию нужно повторять до обесцвечивания раствора. Объясните изменение цвета поглотительного раствора при пропуске воздуха, напишите уравнение реакции.

Предложите способ расчета содержания углекислого газа в воздухе на основании опыта и сравните полученный результат с литературными данными.

*Оформить выводы (в соответствии с целями работы).*

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите и охарактеризуйте методы отбора проб воздуха.
2. Какие факторы учитывают при выборе способа отбора проб воздуха?
3. Какие требования предъявляются к отбору проб воздуха?
4. Какую аппаратуру используют для отбора проб воздуха?

5. В чем преимущества и недостатки экспресс-метода для оценки содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с использованием индикаторных трубок?

6. Как классифицируют приборы для газового анализа?

7. Назовите основные загрязнители атмосферного воздуха.

8. Дайте краткую характеристику составу выбросов загрязняющих веществ от предприятий по отраслям промышленности. Выделите наиболее опасные производства по наличию в их выбросах веществ 1 и 2 класса опасности.

# СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

## Основная литература

1. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология и охрана окружающей среды: учебник [Электронный ресурс]. – Москва: КноРус, 2022. – 329 с. – URL: <https://www.book.ru/book/94036>

2. Ксенофонтов Б.С. Водоподготовка и водоотведение: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Москва: Издательский Дом ФОРУМ, 2020. – 298 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=356245>

3. Мананков А.В. Геоэкология. Методы оценки загрязнения окружающей среды: учебник и практикум для вузов. 2-е изд., испр. и доп. [Электронный ресурс]. – Москва: Юрайт, 2020. – 186 с. – URL: <https://urait.ru/book/geoekologiya-metody-ocenki-zagryazneniya-okrzhayuschey-sredy-451988>

4. Сорокин Н.Д. Производственный экологический мониторинг. [Электронный ресурс] // Экология производства. – 2016. – № 5. – URL: <file:///C:/Users/Домашний/Downloads/Сорокин.pdf>

5. Стоянов Н.И. Водоподготовка: учебно-методическое пособие. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2018. – 109 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://lib.rucont.ru/efd/671123>

6. Сытник Н.А. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды [Электронный ресурс]. – Керчь: Керчен-



ский государственный морской технологический университет, 2020. – 149 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/157006>

7. Ясовеев М.Г. Промышленная экология: учебное пособие / М.Г. Ясовеев, Э.В. Какарека, Н.С. Шевцова, О.В. Шершнева [Электронный ресурс]. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 292 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=354458>

### Дополнительная литература

1. Егоренков Л.И. Охрана окружающей среды: учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Москва: Издательство ФОРУМ, 2019. – 248 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=341457>

2. Жиров А.И. Прикладная экология: учебник для вузов: в 2 т. Т.2. – 2-е изд., пер. и доп. /А.И. Жиров, В.В. Дмитриев, А.Н. Ласточкин; под ред. А.И. Жирова. [Электронный ресурс]. – Москва: Юрайт, 2020. – 311 с. – URL: <https://urait.ru/book/prikladnaya-ekologiya-v-2-t-tom-2-455498>

3. Мясоедова Т.Н. Промышленная экология: учебное пособие / Т.Н. Мясоедова [Электронный ресурс]. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2017. – 89 с. – URL: <https://lib.rucont.ru/efd/692464>

4. Пушкарь В.С. Экология: учебник / В.С. Пушкарь, Л.В. Якименко [Электронный ресурс]Э – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 395 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=329174>

## **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы**

1. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU». – URL: <https://elibrary.ru/>
2. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор). – URL: <https://rpn.gov.ru/>
3. Федеральный информационный портал «Вода России». – URL: <https://voda.org.ru/>
4. Электронная библиотечная система «РУКОНТ». – URL: <https://lib.rucont.ru/>
5. Электронная библиотечная система ZNANIUM.COM. – URL: <https://znanium.com/>
6. Электронно-библиотечная система Book.ru. – URL: <https://www.book.ru/>
7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань». – URL: <https://e.lanbook.com/>
8. Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт». – URL: <https://urait.ru/>
9. Open Academic Journals Index (ОАИ). Профессиональная база данных. – URL: <http://oaji.net/>
10. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина (база данных различных профессиональных областей). – URL: <https://www.prlib.ru/>
11. Информационно-справочная система «Консультант Плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
Лабораторная работа 1. Ионообменная сорбция. Устранение жесткости воды .....	5
Лабораторная работа 2. Обезжелезивание воды.....	11
Лабораторная работа 3. Определение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Карбонатный метод определения углекислого газа в воздухе.....	19
Список рекомендованной литературы.....	23

Учебно-практическое издание

**Иваненко** Наталья Владимировна  
**Ярусова** Софья Борисовна

# **ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

## **МОДУЛЬ 1**

### **Практикум**

В авторской редакции  
Компьютерная верстка М.А. Портновой

Подписано в печать 26.07.21. Формат 60×84/16.  
Бумага писчая. Печать цифровая. Усл.-печ. л. 1,61  
Тираж 300 [I–25] экз. Заказ

---

Издательство Владивостокского государственного университета  
экономики и сервиса  
690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41  
Отпечатано в Ресурсном информационно-аналитическом  
центре ВГУЭС  
690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41

ISBN 978-5-9736-0635-0



9 785973 606350