

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Тольяттинский государственный университет
Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиал СамНЦ РАН

Н.Г. Шерышева

МЕТОДЫ ОТБОРА И АНАЛИЗА ПРОБ

Электронное
учебно-методическое пособие



© ФГБОУ ВО «Тольяттинский
государственный университет», 2023

ISBN 978-5-8259-1317-9

© ИЭВБ РАН – филиал СамНЦ РАН, 2023

УДК 543.05(075.8)+502.175(075.8)
ББК 24.4с5я73+20.17я73

Рецензенты:

д-р биол. наук, старший научный сотрудник Института экологии
Волжского бассейна РАН – филиала Самарского федерального
исследовательского центра РАН *Н.А. Юрицына*;
канд. техн. наук, доцент кафедры «УПиЭБ» Тольяттинского
государственного университета *С.М. Бобровский*.

Шерышева, Н.Г. Методы отбора и анализа проб : электронное учебно-методическое пособие / Н.Г. Шерышева. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2023. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1317-9.

В учебно-методическом пособии рассматриваются современные методы отбора и анализа проб воды, атмосферного воздуха, почвы с целью контроля загрязнения и оценки качественного состояния окружающей среды. Предложены к изучению действующие нормативные документы и методики количественного химического анализа и микробиологического анализа.

Предназначено для проведения практических занятий по курсу «Методы отбора и анализа проб», а также оказания помощи студентам в организации самостоятельной работы при изучении данной дисциплины.

Пособие составлено в соответствии с ФГОС ВО и может быть использовано при изучении дисциплины «Методы отбора и анализа проб» студентами бакалавриата направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» очной формы обучения.

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8/10; ПИИ 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© Шерышева Н.Г., 2023

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский
государственный университет», 2023

© ИЭВБ РАН – филиал СамНЦ РАН, 2023

Редакторы: *Е.В. Пилясова, О.П. Корабельникова*
Технический редактор *Н.П. Крюкова*
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*
Художественное оформление,
компьютерное проектирование: *И.И. Шишкина*

В оформлении пособия использованы изображения
от freepic.diller и Creative_hat на Freepik

Дата подписания к использованию 23.12.2022.
Объем издания 1,7 Мб.
Комплектация издания: компакт-диск,
первичная упаковка.
Заказ № 1-21-21.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,
тел. 8 (8482) 44-91-47, www.tltsu.ru

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	6
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	9
Модуль 1. МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ И АНАЛИЗА ВОДЫ	16
Тема 1.1. Общие требования к отбору проб воды	16
Практическое задание 1. Методы количественного химического анализа воды	16
Тема 1.2. Методы анализа водных сред. Общие сведения	50
Практическое задание 2. Методы отбора проб воды для количественного химического анализа	50
Тема 1.3. Количественный химический анализ воды. Основные методики анализа воды, утвержденные ФГБУ «ФЦАО»	52
Практическое задание 3. Оценка экологического состояния водоемов по микробиологическим показателям	52
Контрольные вопросы по модулю 1	67
Модуль 2. МЕТОДЫ ОТБОРА И АНАЛИЗА ПРОБ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	68
Тема 2.1. Организация отбора и методы отбора проб воздуха	68
Практическое задание 4. Методы количественного химического анализа атмосферного воздуха	68
Тема 2.2. Лабораторный анализ атмосферного воздуха. Методы лабораторного анализа. Общие сведения	87
Практическое задание 5. Методы отбора проб атмосферного воздуха для количественного химического анализа	87
Тема 2.3. Методы, методики измерений загрязняющих веществ в воздухе	89
Практическое задание 6. Методика расчета концентраций загрязняющих веществ в выбросах в атмосферу	89
Контрольные вопросы по модулю 2	97

Модуль 3. МЕТОДЫ ОТБОРА И АНАЛИЗА ПРОБ ПОЧВЫ	98
Тема 3.1. Методы отбора проб почвы	98
Практическое задание 7. Методы количественного химического анализа почв	98
Тема 3.2. Современные методы анализа проб почвы	114
Практическое задание 8. Методы отбора проб почв для количественного химического анализа	114
Тема 3.3. Основные методы и методики количественного химического и санитарно-микробиологического анализа почвы	116
Практическое задание 9. Определение уровня химического и санитарно-эпидемиологического загрязнения почвенного покрова города	116
Контрольные вопросы по модулю 3	130
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	131
ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	132
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	135
ГЛОССАРИЙ	147
Приложение	154

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для изучения дисциплины «Методы отбора и анализа проб».

Цель изучения дисциплины – формирование у будущих бакалавров техносферной безопасности профессиональных знаний и навыков в области отбора и анализа проб атмосферного воздуха, воды и почвы.

Задачи

1. Изучить нормативные документы, касающиеся отбора и анализа проб воды, атмосферного воздуха, почвы.
2. Изучить общие требования к отбору, транспортировке, хранению проб воды, воздуха и почвы и подготовке их к анализам.
3. Получить знания об оборудовании для отбора проб и основные правила отбора проб.
4. Освоить основные методы анализа проб воды, атмосферного воздуха и почвы.
5. Изучить основные методики анализа воды, атмосферного воздуха и почвы, утвержденные ФГБУ «ФЦАО».
6. Получить навыки определения методов анализа в зависимости от объекта исследования.
7. Приобрести навыки работы с перечнем методик количественного анализа, утвержденным ФГБУ «ФЦАО».
8. Получить навыки определения основных анализируемых показателей.

Данная дисциплина (учебный курс) относится к дисциплинам по выбору профессионального цикла дисциплин ФГОС ВПО и базируется на освоении дисциплин «Охрана окружающей среды», «Мониторинг экологической безопасности».

Формируемая и контролируемая компетенция – способность решать задачи профессиональной деятельности в составе научно-исследовательского коллектива. Осваивая данную компетенцию, обучающийся будет:

– знать нормативные документы в области контроля и анализа воды, атмосферного воздуха и почвы;

- уметь профессионально решать задачи проведения анализов воды, воздуха и почвы в составе научно-исследовательского коллектива, применять методы анализа и определять показатели;
- владеть методиками определения основных показателей в воде, атмосферном воздухе и почве.

Виды текущего контроля, последовательность его проведения, критерии и нормы оценки

Сдача отчета по всем практическим работам.

Практическое занятие – максимум 10 баллов:

- 0 баллов – работа не выполнена;
- 1–2 балла – работа выполнена со значительными ошибками;
- 3–4 балла – работа выполнена с незначительными ошибками;
- 5–6 баллов – работа выполнена верно;
- 8 баллов – работа прошла защиту (ответ на два контрольных вопроса из двух);
- 10 баллов – работа прошла защиту (ответ на два контрольных вопроса из двух, ответы на вопросы преподавателя по теме).

Форма проведения промежуточной аттестации – зачет.

Условия допуска к зачету – выполнение и защита у преподавателя всех практических работ.

Критерии и нормы оценки

«Зачтено» – итоговая сумма набранных баллов по результатам всех занятий ≥ 40 ; «не зачтено» – итоговая сумма набранных баллов по результатам всех занятий < 40 .

Структура учебно-методического пособия

Модуль 1. Методы отбора проб и анализа воды

Тема 1.1. Общие требования к отбору проб воды

Тема 1.2. Методы анализа водных сред. Общие сведения

Тема 1.3. Количественный химический анализ воды. Основные методики анализа воды, утвержденные ФГБУ «ФЦАО»

Тема 1.4. Микробиологические методы анализа водных сред

Модуль 2. Методы отбора и анализа проб атмосферного воздуха

Тема 2.1. Организация отбора и методы отбора проб воздуха

Тема 2.2. Лабораторный анализ атмосферного воздуха. Методы лабораторного анализа. Общие сведения

Тема 2.3. Методы, методики измерений загрязняющих веществ в воздухе

Модуль 3. Методы отбора и анализа проб почвы

Тема 3.1. Методы отбора проб почвы

Тема 3.2. Современные методы анализа проб почвы

Тема 3.3. Основные методы и методики количественного химического и санитарно-микробиологического анализа почвы

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Методы отбора проб и анализа воды

Цель изучения: получить теоретические знания и практические навыки по методам отбора и анализа проб воды.

Задачи

1. Изучить нормативные документы, касающиеся деятельности по отбору и анализу проб воды.
2. Изучить общие требования к отбору, хранению проб воды.
3. Знать оборудование для отбора проб воды и основные правила отбора проб воды.
4. Знать основные методы анализа проб воды.
5. Знать основные методики анализа воды, утвержденные ФГБУ «ФЦАО».
6. Сформировать навыки выбора методов анализа воды в зависимости от объекта исследования.
7. Сформировать навыки анализа и работы с перечнем методик количественного анализа воды, утвержденным ФГБУ «ФЦАО».

Нормативные документы:

- ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. Water. General requirements for sampling (ред. от 12.09.2018);
- ГОСТ 32220-2013. Вода питьевая, расфасованная в емкости. Общие технические условия (ред. от 06.11.2018);
- ГОСТ Р 56237-2014. Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах (ред.12.09.2018);
- ГОСТ 17.1.5.05. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков (ред. от 12.09.2018);
- ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97. Методические рекомендации по применению методики выполнения измерений рН в водах потенциометрическим методом (издание 2018 г.);
- ПНД Ф 14.1:2:3:98-97. Методика измерений общей жесткости в пробах природных и точных вод титриметрическим методом (издание 2016 г.);

- ПНД Ф 14.1:2:4.5-95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, поверхностных и сточных водах методом ИК-спектрометрии (утв. ФБУ «ФЦАО» 23.03.2011);
- ПНД Ф 14.1:2:3.101-97. Методика измерений массовой концентрации растворённого кислорода в пробах природных и сточных вод йодометрическим методом (издание 2017);
- ПНД Ф 14.1:2:4.207-04. Методика выполнения измерений цветности питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом (Дата актуализации 05.05.2017);
- ПНД Ф 14.1:2:3:4.240-2007 (ФР.1.31.2007.03815). Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации сульфат-ионов в питьевых, поверхностных, подземных и сточных водах гравиметрическим методом (утв. ФБУ «ФЦАО» 27.10.2011);
- ПНД Ф 14.1:2:4.165-2000. Методика выполнения измерения суммарной массовой концентрации минерального и органического фосфора (общего фосфора) в пробах питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом;
- ПНД Ф 14.1:2:4.4-95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой (утв. ФБУ «ФЦАО» 23.03.2011);
- ПНД Ф 14.1:2:4.213-05. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений мутности питьевых, природных и сточных вод турбидиметрическим методом по каолину и по формазину (утв. ФГУ «ФЦАО» 27.07.2005);
- МУК 4.2.1018-01 Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды (ред. от 01.02.2021);
- МУК 4.2.1884-04. 4.1. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. Методические указания (утв. Минздравом России 03.03.2004) (ред. от 23.12.2010);

- МУК 4.2.2793-10. 4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. Изменения 1 к МУК 4.2.1884-04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов (утв. Роспотребнадзором 23.12.2010);
- СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22 июня 2000 г., ред. 20.09.2017);
- СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25 февраля 2010 г. № 10);
- МУ 2.1.4.2899-11. Организация внутреннего контроля качества санитарно-микробиологических исследований воды (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 12 июля 2011 г.).

При освоении модуля необходимо:

1. Изучить учебный материал по темам:
 - тема 1.1. Общие требования к отбору проб воды;
 - тема 1.2. Методы анализа водных сред. Общие сведения;
 - тема 1.3. Количественный химический анализ воды. Основные методики анализа воды, утвержденные ФГБУ «ФЦАО».
2. Выполнить практические задания 1, 2, 3.
3. Оформить отчет по практическим заданиям.
4. Ответить на контрольные вопросы по модулю 1.

Модуль 2. Методы отбора и анализа проб атмосферного воздуха

Цель изучения: получить теоретические знания и практические навыки по применению методов отбора проб и анализа атмосферного воздуха.

Задачи

1. Изучить нормативные документы, касающиеся деятельности по отбору и анализу проб атмосферного воздуха.
2. Изучить общие требования к отбору, хранению проб атмосферного воздуха.

3. Знать оборудование для отбора проб и основные правила отбора проб атмосферного воздуха.
4. Знать основные методы анализа проб атмосферного воздуха.
5. Знать основные методики анализа атмосферного воздуха, утвержденные ФГБУ «ФЦАО».
6. Сформировать навыки выбора методов анализа атмосферного воздуха в зависимости от объекта исследования.
7. Сформировать навыки анализа и работы с перечнем методик количественного анализа атмосферного воздуха, утвержденным ФГБУ «ФЦАО».

Нормативные документы:

- РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы (ред. от 11.02.2016, с изменениями от 20.08.2019);
- ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов (ред. от 12.09.2018);
- ГОСТ Р 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений (ред. от 12.09.2018);
- РД 52.18.595-96. Федеральный перечень Методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды (утв. Росгидрометом от 15 декабря 1996 г., ред. от 14.05.2015);
- РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Часть 1. Загрязнение атмосферы в городах и других населенных пунктах (ред. от 02.02.2016);
- ФЗ от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (26.07.2019);
- МУК 4.2.1089-02. Использование установки обеззараживания воздуха УОВ «Поток 150-М-01» и контроль микробной обсеменности воздуха при ее работе.

При освоении модуля необходимо:

1. Изучить учебный материал по темам:
 - тема 2.1. Организация отбора и методы отбора проб воздуха;
 - тема 2.2. Лабораторный анализ атмосферного воздуха. Методы лабораторного анализа. Общие сведения;

– тема 2.3. Методы, методики измерений загрязняющих веществ в воздухе.

2. Выполнить практические задания 4, 5, 6.
3. Оформить отчет по практическим заданиям.
4. Ответить на контрольные вопросы по модулю 2.

Модуль 3. Методы отбора и анализа проб почв

Цель изучения: получить теоретические знания и практические навыки по методам отбора проб и анализа почв.

Задачи

1. Изучить нормативные документы, касающиеся деятельности по отбору и анализу проб почвы.
2. Изучить общие требования к отбору, хранению проб почвы.
3. Знать оборудование для отбора проб почвы и основные правила отбора проб почвы.
4. Знать основные методы анализа проб почвы.
5. Знать основные методики анализа почвы, утвержденные ФГБУ «ФЦАО».
6. Сформировать навыки выбора методов анализа почвы в зависимости от объекта исследования.
7. Сформировать навыки работы с перечнем методик количественного анализа почвы, утвержденным ФГБУ «ФЦАО».

Нормативные документы:

- ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб (01.06.2019);
- ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (ред. от 01.01.2019);
- ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик (ред. от 09.01.2019);
- ГОСТ Р 58595-2019. Почвы. Отбор проб (ред. от 01.01.2021);
- ГОСТ 29269-91. Почвы. Общие требования к проведению анализов. Soils. General requirements for the fulfilment of analyses (ред. от 12.09.2018);
- ГОСТ 4212-2016. Реактивы. Методы приготовления растворов для колориметрического и нефелометрического анализа (12.09.2018);

- ГОСТ Р ИСО 11464-2015. Качество почвы. Предварительная подготовка проб для физико-химического анализа (ред. от 12.09.2018);
- ГОСТ Р ИСО 14507-2015. Качество почвы. Предварительная подготовка проб для определения органических загрязняющих веществ (ред. от 12.09.2018);
- ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава (ред. от 09.01.2019);
- ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.32-02 (ФР.1.31.2005.01763). Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений содержания сухого и прокаленного остатка в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом (ред. от 01.01.2018);
- ПНД Ф 16.1:2.2.22-2005. Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методика выполнения измерений объемных долей водорода, кислорода, азота, метана, оксида и диоксида углерода в воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии;
- ГОСТ 26424-85. Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке (ред. 12.09.2018);
- ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02-2017. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений значения водородного показателя (рН) твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом;
- ГОСТ 23740-79-2016. Грунты. Методы определения содержания органических веществ (ред. 09.01.2019);
- МУ № 1446-76. Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест (ред. от 01.02.2009).

При освоении модуля необходимо:

1. Изучить учебный материал по темам:
 - тема 3.1. Методы отбора проб почвы;
 - тема 3.2. Современные методы анализа проб почвы;
 - тема 3.3. Основные методы и методики количественного химического и санитарно-микробиологического анализа почвы.
2. Выполнить практические задания 7, 8, 9.
3. Оформить отчет по практическим заданиям.
4. Ответить на контрольные вопросы по модулю 3.

Модуль 1. МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ И АНАЛИЗА ВОДЫ

Тема 1.1. Общие требования к отбору проб воды

Практическое задание 1 Методы количественного химического анализа воды

Цели: формирование практических навыков систематизации методов и методик количественного химического анализа воды, изучение принципов и методов количественного химического анализа воды.

Нормативные документы

ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. Water. General requirements for sampling (ред. от 01.01.2021).

ГОСТ 32220-2013. Вода питьевая, расфасованная в емкости. Общие технические условия (ред. от 06.11.2018).

ГОСТ Р 56237-2014. Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах (ред.12.09.2018).

ГОСТ 17.1.5.05. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков (ред. от 12.09.2018).

ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб (ред.12.09.2018).

Рекомендации по выполнению практического задания

1. Изучите теоретический материал к заданию.
2. Изучите перечень методик, утвержденный ФГБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия». Часть I. Количественный химический анализ вод (табл. 1).
3. Выберите произвольно 5 вариантов методик из табл. 1.
4. Изучите содержание выбранных методик в интернет-режиме. На основе материалов нормативных документов заполните табл. 1.1 «Матрица методов и методик количественного химического анализа вод» бланка выполнения практического задания 1.

5. Изучите методы количественного химического анализа вод по перечню методик (табл. 1).
6. Систематизируйте методики перечня методик по методам выполнения анализа. Заполните табл. 1.2 «Систематизация методик химического анализа вод по методам анализа» бланка выполнения практического задания 1.

Теоретический материал

Основным документом, устанавливающим общие требования к отбору проб, является Международный стандарт ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб. Water. General requirements for sampling» (ред. от 01.01.2021). Стандарт распространяется на любые типы вод и определяет общие требования к отбору, транспортированию и подготовке к хранению проб воды, предназначенных для определения показателей ее состава и свойств.

Целью отбора проб является получение дискретной пробы, отражающей качество (состав и свойства) исследуемой воды. Отбор проб проводят для выполнения следующих задач:

- исследование качества воды для принятия корректирующих мер при обнаружении изменений кратковременного характера;
- исследование качества воды для разработки программы исследований или обнаружения изменений долгосрочного характера;
- определение состава и свойств воды по показателям, регламентированным в нормативных документах;
- идентификация источников загрязнения водного объекта.

В зависимости от цели и объекта исследования разрабатывают программу исследований и, при необходимости, проводят статистическую обработку данных по отбору проб.

Место отбора проб и периодичность отбора устанавливаются в соответствии с программой исследования в зависимости от водного объекта.

Объем взятой пробы должен соответствовать установленному в нормативных документах. Объем пробы должен учитывать метод определения с учетом количества определяемых показателей и возможности проведения повторного исследования.

Метод отбора проб выбирают в зависимости от типа воды, ее напора, потока, температуры, глубины пробоотбора, цели исследований и перечня определяемых показателей. При этом необходимо исключить или свести к минимуму возможные изменения определяемого показателя в процессе отбора.

Пробы воды должны быть подвергнуты исследованию в течение определенных сроков с соблюдением условий хранения. Выбранный метод подготовки отобранных проб к хранению должен быть совместим с методом определения конкретного показателя, который установлен в нормативных документах. При этом если в нормативном документе на метод определения указаны условия хранения проб, то соблюдают условия хранения проб, регламентированные этим документом. При нарушении условий транспортирования или хранения исследование пробы проводить не рекомендуется.

Все процедуры отбора проб должны быть строго документированы. Записи должны быть четкими, осуществлены надежным способом, позволяющим провести идентификацию пробы в лаборатории без затруднений.

При отборе проб должны строго соблюдаться требования безопасности, отвечающие действующим нормам и правилам.

Требования к оборудованию для отбора проб

Для *отбора проб* и их хранения до начала проведения анализов необходимо выбрать емкость. Отметим четыре основных критерия для выбора емкости для отбора проб воды. Первый критерий – предохранение состава пробы от потерь определяемых показателей или от загрязнения другими веществами. Второй – устойчивость к экстремальным температурам. Третий – емкость должна легко и плотно закрываться. Четвертый критерий – необходимые размеры, форма, масса емкости, светопроницаемость и пригодность к повторному использованию. Пятый – химическая (или биологическая) инертность материала, использованного для изготовления емкости и ее пробки. Кроме того, должна быть возможность проведения очистки и обработки стенок, устранения поверхностного загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами. Допускается применение одноразовых емкостей для отбора проб.

Рассмотрим *основные правила отбора и хранения проб воды*. Для отбора полужидких проб используют кружки или бутылки с широким горлом.

Емкости для проб на паразитологические показатели должны быть оснащены плотно закрывающимися пробками.

Емкости с закручивающимися крышками должны быть снабжены инертными прокладками. Не допускается применять резиновые прокладки и смазку, если емкость предназначена для отбора проб с целью определения органических и микробиологических показателей.

Для хранения проб, содержащих светочувствительные ингредиенты (включая морские водоросли), применяют емкости из светонепроницаемого или неактиночного стекла. При последующем размещении таких проб используют также светонепроницаемую тару на весь период хранения пробы.

Специфические требования предъявляются к емкостям для проб, предназначенных для определения микробиологических показателей. Они должны выдерживать высокие температуры при стерилизации (в том числе пробки и защитные колпачки). Емкости необходимо предохранять от внесения загрязнений, и они должны быть изготовлены из материалов, не влияющих на жизнедеятельность микроорганизмов. Кроме того, емкости должны иметь плотно закрывающиеся пробки, изготовленные из силикона или из других материалов, и защитные колпачки из алюминиевой фольги или плотной бумаги.

Для отбора проб воды используют приборы – пробоотборники. Основное требование к их свойствам – минимальное время контакта между пробой воды и прибором. Пробоотборник изготавливается из материалов, не загрязняющих пробу, имеет гладкие поверхности. Пробоотборники конструируются и изготавливаются применительно к пробе воды для соответствующего анализа: химического, биологического или микробиологического.

Пробы отбирают вручную специальными приспособлениями или с применением автоматизированного оборудования.

При разработке и выборе автоматизированного оборудования для отбора проб воды учитывают ряд факторов с учетом программы

отбора проб. Рассмотрим основные из них: прочность конструкции, устойчивость к коррозии и биоповреждениям в воде, простота эксплуатации и управления, возможность измерения отобранного объема пробы. При работе с пробоотборником должна обеспечиваться возможность самопроизвольной очистки от засорения твердыми частицами и корреляция аналитических данных с пробами, отобранными вручную.

Емкости для проб воды должны легко выниматься, очищаться и собираться, а также обеспечивать минимальный объем пробы 0,5 дм.

Необходимо обеспечить хранение пробы в темноте. Если проба воды зависит от температуры и времени экспозиции, то необходимо обеспечить условия хранения при температуре 4 °С на период не менее 24 часов. При этом температура окружающей среды не должна превышать 40 °С.

Если проба содержит различные фазы – мельчайшие твердые или коллоидные частички, то при необходимости должна обеспечиваться регулировка движения жидкости для предотвращения разделения фаз.

Емкость должна оснащаться выпускным устройством с минимальным внутренним диаметром 12 мм и установленной заслонкой по потоку воды для предотвращения загрязнения и накопления твердых частиц.

Конструкция пробоотборника должна исключать возможность повторных поступлений проб в отдельные емкости для отбора проб.

Приборы для отбора проб воды должны храниться в соответствующих условиях. В первую очередь должна соблюдаться защита конструкции пробоотборника от избыточной атмосферной влажности и испарений исследуемой воды. В холодный период года пробоотборники необходимо защищать от обледенения, так как отдельные части или детали прибора могут прийти в негодность.

Оборудование переносного пробоотборника должно быть легким, защищенным от воздействия атмосферных явлений и приспособленным к работе в широком диапазоне условий окружающей среды.

Подготовка проб к хранению

Отобранные пробы воды необходимо подготовить к хранению. Для этого в зависимости от определяемого показателя проводят при необходимости фильтрование или центрифугирование, консервацию, охлаждение или замораживание. Рассмотрим отдельно каждый из приемов подготовки проб.

Фильтрование или центрифугирование проб

В пробе воды могут присутствовать взвешенные вещества, осадки, морские водоросли и микроорганизмы. При необходимости их удаляют сразу же при взятии пробы или в максимально короткие сроки после взятия. Пробу фильтруют через фильтровальную бумагу или мембранный фильтр или центрифугируют. Фильтрование применяют также для разделения растворимых и нерастворимых форм, подлежащих определению.

Фильтрование не применяют, если требуется определить количество ингредиентов в фильтрате, но фильтр задерживает один ингредиент или более.

Фильтр должен быть тщательно промыт перед применением, а при необходимости простерилизован, должен быть совместимым с методом определения показателя и не должен вносить дополнительных загрязнений.

Охлаждение или замораживание проб

При необходимости пробу охлаждают или замораживают сразу после отбора. После охлаждения или замораживания емкости с пробами размещают и транспортируют в охлаждающих ящиках или рефрижераторах. Охлаждение проводят в тающем льде или в рефрижераторе до температуры 2–5 °С с последующим размещением пробы в темном месте.

Замораживание до температуры минус 20 °С применяют с целью увеличения продолжительности хранения пробы. При этом контролируют способ замораживания и оттаивания пробы для возврата ее к исходному состоянию после оттаивания.

При замораживании проб применяют емкости из полимерных материалов. Например, это могут быть емкости из поливинилхлорида.

Пробы, предназначенные для микробиологических анализов и определения летучих органических веществ, замораживанию не подлежат.

Консервация проб

Для консервации проб применяют следующие химические вещества:

- кислоты;
- щелочные растворы;
- органические растворители;
- биоциды.

Для определения некоторых показателей, например кислорода, цианидов, сульфидов, применяют специальные реактивы.

Не допускается применять для консервации хлорид ртути и фенолацетат ртути. Не допускается применять консерванты, содержащие вещества, которые требуется определить в отобранной пробе.

При консервации используемое вещество (консервант) добавляют в пустую емкость до отбора проб или непосредственно в емкость с пробой после ее отбора. Если из одной емкости анализируют пробу на разные показатели, то вещество добавляют в аликвоту пробы.

Добавление консервантов учитывают при определении показателя и при обработке результатов определений. Для консервации проб предпочтительно применять концентрированные растворы консервантов с целью использования их в малых объемах. Если при добавлении консерванта изменение объема пробы не превышает 5 %, то при определениях можно пренебречь соответствующим разведением.

Консерванты предварительно испытывают на возможность дополнительного внесения ими загрязнений и сохраняют их в достаточном количестве для проведения контрольных испытаний.

Предельная концентрация вносимых с консервантами загрязнений определяется требованиями методики определения соответствующих показателей.

Основные методы консервации и хранения отобранных проб рекомендуются с учетом определения конкретных показателей. К показателям относятся обобщенные показатели, химические, органолептические, радиационная безопасность, микробиологические и биологические показатели.

Показатели воды, с учетом которых рекомендуются соответствующие методы отбора, консервации и хранения проб воды

Обобщенные показатели: водородный показатель, общая минерализация, сухой остаток, общая жесткость, перманганатная окисляемость, фенольный индекс, кислотность и щелочность, биохимическое потребление кислорода (БПК), химическое потребление кислорода (ХПК), удельная электропроводность, взвешенные и оседающие вещества.

К основным *химическим показателям* относятся аммиак и ионы аммония, азотсодержащие органические соединения, гидрокарбонаты, диоксид углерода, железо, углеводороды, кислород, кальций, кремний. Также в воде определяют нефтепродукты, нитраты, нитриты, полифосфаты, сульфаты, пестициды, фосфор, тяжелые металлы и другие вещества.

Органолептические показатели — это показатели, которые определяются с помощью органов чувств. Важными органолептическими показателями являются запах воды, цветность, привкус, мутность.

Показатели радиационной безопасности воды — это альфа-активность, бета-активность, радиоактивный йод, гамма-активность, изотопы радона, плутоний, радий, а также радиоактивный стронций, цезий, тритий и тритированная вода, уран.

К *микробиологическим показателям*, определяемым в воде, относятся общее микробное число, общие колиформы, термотолерантные колиформы, стрептококки, сальмонелла, шигелла и другие.

Биологические показатели — это бентос, то есть организмы, обитающие на дне или в донных отложениях водных объектов; перифитон (обрастания под водой водорослями и другими гидробионтами). А также зоопланктон, фитопланктон, макрофиты, или высшие водные растения, токсичность воды.

Требования к оформлению результатов отбора проб

Сведения о месте отбора проб и условиях, при которых они были отобраны, указывают в сопроводительном документе или на этикетке и прикрепляют к емкости для отбора проб или к таре, в которую емкости упаковывают. Допускается кодировать данную информацию при помощи нанесения на емкость для отбора проб несмыывающегося шифра или кода.

Результаты определений, выполненных на месте, вносят в протокол испытаний или акт отбора, который заполняется и комплектуется на месте отбора пробы.

Результаты отбора проб заносят в акт об отборе, который должен содержать информацию о расположении и наименовании места отбора проб с координатами и любой другой информацией о местонахождении. В акте отбора указывают дату отбора, метод отбора, время отбора. При необходимости в акте указывают климатические условия окружающей среды, температуру воды, метод подготовки к хранению. Также указываются цель исследования воды, другие данные в зависимости от цели отбора проб, должность, фамилия, подпись исполнителя.

Пробы аномальных материалов должны иметь описание наблюдаемой аномалии.

Транспортирование проб

Емкости с пробами упаковывают таким образом, чтобы упаковка не влияла на состав пробы и не приводила к потерям определяемых показателей при транспортировании. Упаковка должна также защищать емкости от возможного внешнего загрязнения и поломки.

При транспортировании емкости размещают внутри тары (контейнера, ящика, фугляра), препятствующей загрязнению и повреждению емкостей с пробами. Тара должна быть сконструирована так, чтобы препятствовать самопроизвольному открытию пробок емкостей.

Пробы, подлежащие немедленному исследованию, группируют отдельно и отправляют в лабораторию. Для биологических показателей пробы питьевых «чистых» и речных «грязных» вод должны доставляться в отдельных промаркированных контейнерах. После доставки проб контейнеры подлежат дезинфекционной обработке.

Приемка проб в лаборатории

Пробы, поступающие в лабораторию для исследования, должны быть зарегистрированы в журнале учета. Запись в журнале производится в соответствии со сведениями, указанными в акте отбора и (или) на емкостях с пробой, с обязательным указанием числа емкостей для каждой пробы.

Допускается использовать компьютерные системы регистрации и хранения информации. Пробы хранят в условиях, исключающих

любое загрязнение емкостей для отбора проб и предотвращающих любое изменение в составе проб. Например, хранить пробы воды можно в рефрижераторных камерах, прохладных и темных помещениях.

Составление программ отбора проб

Для контроля отбора проб существуют специальные программы. В программе производится тщательная предварительная работа по отбору проб, в ходе которой обрабатывают полученные статистические данные, определяют время и частоту отбора проб. Из статистических параметров определяют среднеарифметическое значение, среднеквадратическое отклонение, максимумы, доверительный интервал. Если в точке отбора проб качество воды нестабильно и подвержено случайным или систематическим изменениям, то статистические параметры являются лишь оценками реальных параметров, от которых они, как правило, отличаются.

В случае, когда изменения носят чисто случайный характер, расхождения между этими оценками и реальными значениями могут быть вычислены статистическими методами.

Типы отбираемых проб

Методы отбора проб воды и оборудование выбираются в зависимости от типов отбираемых проб. Рассмотрим основные типы отбираемых проб.

1. Точечные пробы

Отбор точечных проб применяют, когда поток воды неоднороден и значения определяемых показателей непостоянны, а также в случаях, когда использование составной пробы делает неясными различия между отдельными пробами. Точечная проба отбирается при исследовании возможного наличия загрязнения или для определения времени (в случае автоматического отбора проб) его появления, а также при проведении обширной программы отбора проб.

Точечные пробы предпочтительнее, если целью программы отбора проб является оценка качества воды. При этом качество воды оценивается по отношению к нормативам содержания, то есть по отношению к предельно допустимым концентрациям показателей в воде, установленным в нормативных документах. Точечный отбор рекомендуется для определения неустойчивых показателей, таких

как концентрация растворенных газов, остаточного хлора, растворимых сульфидов и др.

2. Периодический отбор проб. Этот тип отбора проб воды бывает трех видов:

- периодические пробы времязависящие. Пробы отбирают в одну или более емкостей. За фиксированное время, используя устройство отсчета времени начала и окончания отбора, в каждую емкость для отбора проб отбирается один и тот же установленный объем. Время отбора может зависеть от определяемого показателя;
- периодические пробы потокозависящие. Пробы различных объемов берутся за постоянные интервалы времени, объем зависит от потока. Метод отбора применяют, если изменения в составе воды и скорость потока не взаимосвязаны;
- периодические пробы объемозависящие. В этом случае для каждой единицы объема потока воды проба берется независимо от времени. Метод отбора применяют, если изменения в составе воды и скорость потока не взаимосвязаны.

3. Непрерывный отбор проб включает:

- непрерывные пробы, отобранные при постоянной скорости потока. Пробы позволяют получить все сведения о показателях воды за период отбора проб. Во многих случаях непрерывный отбор не обеспечивает информацией о различиях в концентрациях определяемых показателей;
- непрерывные пробы, отобранные при непостоянной скорости потока. Пробы отбирают пропорционально потоку воды. Метод используют при определении состава большого объема воды. Это наиболее точный метод отбора проб проточной воды, если скорость потока и концентрация определяемых показателей изменяются значительно.

4. Отбор проб сериями:

- пробы глубинного профиля. Такой тип отбора применяется, когда исследуется серия проб воды, отобранных на различных глубинах исследуемой воды в конкретном месте;
- пробы профиля площади. Применяется, когда серия проб воды отбирается на определенной глубине исследуемой воды в различных местах.

5. *Составная проба.* Составная проба может быть получена вручную или автоматически независимо от метода отбора проб. Например, непрерывно взятые пробы могут быть соединены вместе для получения составных проб. Составные пробы применяют в случаях, когда требуются усредненные данные о составе воды.

6. *Пробы большого объема.* Это пробы объемом от 50 дм³ до нескольких кубических метров. Пробу отбирают в цистерну пропуская измеренного объема через фильтр в зависимости от определяемого показателя.

Оборудование для отбора проб воды

Оборудование для отбора точечных проб на определенной глубине. Для отбора точечных проб на заданной глубине применяют батометры. Допускается отбор проб воды бутылкой. Бутылку закрывают пробкой, к которой прикреплен шнур, и вставляют в тяжелую оправу. К ней можно также подвесить груз на тросе, шнуре или веревке. Бутылку опускают в воду на заранее выбранную глубину. Затем вынимают пробку при помощи шнура, и бутылка заполняется водой доверху, после чего вынимается. Перед закрытием бутылки пробкой слой воды сливается так, чтобы под пробкой оставался небольшой слой воздуха.

Пробу воды с небольшой глубины, особенно зимой, отбирают бутылкой, прикрепленной к шесту. Для исследования вертикального профиля воды при ее слоистой структуре допускается применять стакан с делениями, пластмассовый цилиндр или цилиндр из нержавеющей стали, открытый с обоих концов. В точке отбора проб цилиндр перед поднятием на поверхность закрывают с обоих концов специальным устройством, который называется управляющим тросом.

Оборудование для отбора проб донных отложений. Отбор проб донных отложений проводят дночерпателями, которые должны соответствовать по их массе или способу действия залеганию нижнего слоя грунта. Для отбора проб донных отложений с лодки или катера в зависимости от типа грунта применяют дночерпатели следующих моделей: коробочный дночерпатель или ковшовый дночерпатель.

Спуск и подъем облегченных моделей дночерпателей выполняют с помощью механической лебедки или удерживая дночерпатель

руками. Утяжеленные модели дночерпателей опускают с судна при помощи электрической лебедки.

Для отбора проб в прибрежных зонах водных объектов на глубине до 2,5 м применяют дночерпатели двух моделей. Первая модель — это дночерпатели, опускаемые на штанге площадью захвата 1/40 м². Вторая модель — трубчатый дночерпатель площадью захвата 1/250 м². Выбор дночерпателя проводят в зависимости от места отбора проб, скорости движения воды, типа грунта и имеющегося лодочного оборудования.

Для исследования вертикального профиля донных отложений применяют стержневой пробоотборник или стратометр.

Для проведения качественного анализа бентоса отбор проб проводят дночерпателями, скребками, драгами или тралами различной конструкции. Скребки применяют на мелководных участках водоема, драги — как на мелководных, так и на глубоких участках.

Автоматическое оборудование для отбора проб. В этом случае применяют два основных типа автоматических пробоотборников — времязависящие и объемозависящие. Времязависящие пробоотборники отбирают дискретные, составные или непрерывные пробы, но они не учитывают различия в потоке. Объемозависящие отбирают эти же типы проб воды с учетом различия в потоке. Автоматические пробоотборники могут распределять пробы в емкости для отбора проб, изготовленные из различных материалов и содержащие различные вещества для консервации проб.

Инструментальные зонды для мониторинга или контроля потока рек могут использоваться для приведения в действие автоматического оборудования для отбора проб.

Для отбора больших объемов воды применяют автоматизированную систему, которая позволяет на месте определять концентрацию контролируемого показателя.

Оборудование для отбора проб микробиологических показателей

Для большинства микробиологических проб пригодны стерилизованные бутылки из стекла или одноразовая стерильная посуда из полимерных материалов. Для отбора проб на глубине, например в озерах или водохранилищах, применяют батометры. Батометры должны быть изготовлены из материала, выдерживающего суховоз-

душную или паровую стерилизацию. Вся используемая аппаратура, включая насосы и насосное оборудование, должна быть свободна от загрязнений, то есть промыта, и не должна дополнительно вносить новые микроорганизмы.

Оборудование для отбора проб радиологических показателей. Применяются бутылки аналогично оборудованию для отбора точечных проб. Пробы отбирают в стеклянные или пластмассовые бутылки, предварительно очищенные моющим средством, разбавленной азотной кислотой и тщательно промытые водой.

Оборудование для отбора проб растворенных газов и летучих веществ. Пробы, пригодные для правильного определения растворимых газов, должны быть получены только с помощью оборудования, которое собирает пробы перемещением воды быстрее, чем перемещением воздуха из пробоотборника. Если для отбора проб растворенных газов используют насосы, то необходимо, чтобы вода накачивалась под давлением, которое не должно опускаться значительно ниже атмосферного давления. Пробу закачивают непосредственно в хранилище или емкость.

Допускается отбирать пробы для определения растворенного кислорода, используя бутылку или черпак. При этом следует учитывать, что концентрация растворенного кислорода из-за контакта между пробой и воздухом изменяется в зависимости от степени насыщения воды газом.

При отборе пробы в бутылки из крана или насоса применяют гибкую инертную трубку, по которой поступает вода. Трубка должна доходить до дна бутылки для обеспечения наполнения жидкостью от дна бутылки. Сбор проб растворенного кислорода из воды, покрытой льдом, выполняют так, чтобы предотвратить влияние воздуха на пробу.

Оборудование для отбора биологических проб

Фитопланктон. Для отбора проб фитопланктона используют батометры и планктонные сети. При использовании сети на мелководье применяют буксирование за лодкой, на глубоких местах — тотальный лов от дна к поверхности.

Зоопланктон. Отбор проб зоопланктона проводят в основном двумя методами. Первый представляет собой комбинацию водозачерпывания и одновременного отделения планктона от воды в са-

мой воде с помощью планктонных сетей или планктоночерпателей. Второй метод представляет собой комбинацию раздельного водозачерпывания и последующего отделения от воды, что осуществляется фильтрацией через сетку или отстаиванием.

Метод отбора проб зависит от типа водоема, его глубины и размеров. Для качественного сбора зоопланктона применяют планктонные сети различных конструкций, опуская их с лодки, плота, судна вручную или с помощью лебедки. Маленькие планктонные сети можно забрасывать с берега, не допуская зачерпывания грунта.

Для количественного сбора зоопланктона в зависимости от цели исследований применяют количественные сети, батометры и другие емкости.

Перифитон. Отбор проб перифитона проводят двумя методами: отбор проб с естественных субстратов и отбор проб с помощью искусственных субстратов. Отбор проб с естественных субстратов проводят с помощью скребков, ножа, скальпеля, пинцета или столовой ложки с заточенным краем. В качестве искусственных субстратов используют предметные стекла. Стекла укрепляют вертикально в текучих водоемах параллельно течению для того, чтобы избежать оседания детрита, грязи, мусора. Стекла вставляют в пенопластовые поплавки или резиновые пробки, поплавки надевают на трос. Длительность экспозиции определяется географическим положением, качеством воды изучаемого объекта, сезоном года, целью исследования, но не должна составлять менее 14 суток.

Макрофиты (высшая водная растительность). Для качественного отбора проб макрофитов в зависимости от глубины воды используют разные модели оборудования. При глубине воды не более 2–3 метров используют водяные грабельки. При глубине более 2,5–3 метров применяют якорьки-кошки, двусторонние водяные грабли, а также драги различных конструкций, смотровые трубы, изготовленные из разного материала.

Для количественного отбора проб дополнительно применяют рамы различных типов площадью 1, 0,5 и 0,25 м² и других размеров. По форме они могут быть квадратными, прямоугольными, круглыми. Изготавливают их из различных материалов.

Для отбора проб на фитомассу используется коса с лезвием или зарослечерпатели различных конструкций.

Макрозообентос. Метод отбора выбирают в зависимости от ряда параметров: глубины воды, течения потока, вида объекта отбора. Применяют сачки, скребки, дночерпатели или тралы и другие способы сбора.

Рыбы. Рыбы могут быть собраны активно и пассивно в зависимости от места распространения и цели отбора проб. В ручьях и реках глубиной до 2 метров отбор проб проводят по методике электрической ловли рыбы. На больших реках для отбора проб используют разнообразные механизмы.

Для медленнотекущих рек и стоячих вод предпочтительны сетевые методы. Специальные ловушки, встроенные в плотину, используют для мигрирующей рыбы. Методики отбора проб рыбы выбирают в зависимости от приспособлений (размер ячейки сети, характеристики электрического поля), повадок рыб, правовых ограничений на использование электрических ловушек для ловли рыб, состояния рыбы (живая или мертвая).

В нормативных документах ГОСТ 2448 «Вода питьевая. Отбор проб», ГОСТ 17.1.5.05 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков», ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб», ИСО 5667-2 «Качество воды. Отбор проб» и других определены основные правила и рекомендации для получения репрезентативных проб.

Репрезентативной (англ. representative — представительный, показательный) считается такая проба, которая в максимальной степени характеризует качество воды по данному показателю, является типичной и неискаженной.

Различные виды водоемов или водоисточников обуславливают некоторые особенности отбора проб в каждом случае. Пробы из рек и водных потоков отбирают для определения качества воды в бассейне реки, пригодности воды для пищевого использования, орошения и других назначений.

Для определения влияния места сброса сточных вод и вод притоков пробы отбирают выше по течению и в точке, где произошло

полное смешение вод. Следует иметь в виду, что загрязнения могут быть неравномерно распространены по потоку реки, поэтому обычно пробы отбирают в местах максимально бурного течения, где потоки хорошо перемешиваются.

Пробоотборники помещают вниз по течению потока, располагая на нужной глубине.

Пробы из природных и искусственных озер или прудов. Если учитывать длительность существования озер, на первый план выступает мониторинг качества воды в течение длительного периода времени — нескольких лет, а также установление последствий антропогенных загрязнений воды (мониторинг ее состава и свойств). Качество воды в водоемах (озерах и реках) постоянно изменяется, причем наблюдается суточная и сезонная цикличность. По этой причине ежедневные пробы следует отбирать в одно и то же время суток, а продолжительность сезонных исследований составляет не менее 1 года, включая исследования серий проб, отобранных в течение каждого времени года.

Пробы влажных осадков (дождя и снега) чрезвычайно чувствительны к загрязнениям, которые могут возникнуть при использовании недостаточно чистой посуды, попадании инородных (не атмосферного происхождения) частиц и из-за других факторов. Считается, что пробы влажных осадков не следует отбирать вблизи источников значительных загрязнений атмосферы, например котельных или ТЭЦ, открытых складов материалов и удобрений, транспортных узлов. В подобных случаях проба будет испытывать значительное влияние указанных локальных источников антропогенных загрязнений. Образцы осадков собирают в специальные емкости, приготовленные из нейтральных материалов.

Дождевая вода собирается при помощи воронки (диаметром не менее 20 см) в мерный цилиндр или непосредственно в ведро. Отбор проб снега обычно проводят, вырезая керны на всю глубину (до земли), причем делать это целесообразно в конце периода обильных снегопадов (в начале марта).

Пробы грунтовых вод отбирают для определения пригодности грунтовых вод в качестве источника питьевой воды, а также для технических или сельскохозяйственных целей, для определения

влияния на качество грунтовых вод потенциально опасных хозяйственных объектов, при проведении мониторинга загрязнителей грунтовых вод. Грунтовые воды изучают, отбирая пробы из артезианских скважин, колодцев, родников. Качество воды в различных водоносных горизонтах может значительно различаться, поэтому при отборе пробы грунтовых вод следует оценить доступными способами глубину горизонта, из которого отобрана проба, возможные градиенты подземных потоков, информацию о составе подземных пород, через которые пролегает горизонт.

Пробы воды из водопроводных сетей отбирают в целях определения общего уровня качества водопроводной воды, поиска причин загрязнения распределительной системы, контроля степени возможного загрязнения питьевой воды продуктами коррозии и др.

Для получения репрезентативных проб при отборе проб воды из водопроводных сетей соблюдают следующие правила:

- отбор проб проводят после спуска воды в течение 10–15 минут — времени, обычно достаточного для обновления воды с накопившимися загрязнителями;
- для отбора не используют концевые участки водопроводных сетей, а также участки с трубами малого диаметра (менее 1,2 см);
- для отбора используют, по возможности, участки с турбулентным потоком — краны вблизи клапанов, изгибов;
- при отборе проб вода должна медленно течь в пробоотборную емкость до ее переполнения.

При отборе проб следует обращать внимание (фиксировать в протоколе) на сопровождавшие отбор проб гидрологические и климатические условия, такие как осадки и их обилие, паводки, застойность водоема и др.

Посуда для отбора проб должна быть чистой. Чистота посуды обеспечивается предварительным мытьем ее горячей мыльной водой и многократным споласкиванием чистой теплой водой. При этом стиральные порошки и хромовая смесь не используются! В дальнейшем для отбора проб желательно использовать одну и ту же посуду. Сосуды, предназначенные для отбора проб, предварительно тщательно моют, ополаскивают не менее трех раз отбираемой водой и закупоривают стеклянными или пластмассовыми пробка-

ми, прокипяченными в дистиллированной воде. Между пробкой и отобранной пробой в сосуде оставляют воздух объемом 5–10 мл.

В общую посуду отбирают пробу на анализ только тех компонентов, которые имеют одинаковые условия консервации и хранения.

Перечень методик количественного химического анализа вод представлен в табл. 1.

Таблица 1

Перечень методик, утвержденный ФГБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» (ФГБУ «ФЦАО»).

Часть I. Количественный химический анализ вод (фрагмент)

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
1	Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. ПНД Ф 14.1:2:3.1	88-16207-012- РА.RU.310657-2017	Дата выдачи 17.04.2017	ФГБУ «ФЦАО»
2	Методика измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с о-фенантролином. ПНД Ф 14.1:2:3.2-95 (издание 2017 г.)	88-16207-015- РА.RU.310657-2017	Дата выдачи 17.05.2017	ФГБУ «ФЦАО»
3	Методика измерений массовой концентрации нитрит-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса. ПНД Ф 14.1:2:4.3-95 (издание 2011 г.)	002/01.00301- 2010/2011	Дата выдачи 15.03.2011	ФГБУ «ФЦАО»

Продолжение табл. 1

№ ва-ри-анта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
4	Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой. ПНД Ф 14.1:2:4.4-95 (издание 2011 г.)	003/01.00301-2010/2011	Дата выдачи 15.03.2011	ФГБУ «ФЦАО»
5	Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, поверхностных и сточных водах методом ИК-спектрометрии. ПНД Ф 14.1:2:4.5-95 (издание 2011 г.)	004/01.00301-2010/2011	Дата выдачи 15.03.2011	ФГБУ «ФЦАО»
6	Методика выполнения измерений массовой концентрации бензола и толуола в пробах природных и очищенных сточных вод методом газожидкостной хроматографии. (ГЖХ) ПНД Ф 14.1:2.6-95 (издание 2004 г.)	224.01.11.014/2004	Дата выдачи 02.02.2004	ФГБУ «ФЦАО»
7	Методика выполнения измерений массовой концентрации хлороформа, четыреххлористого углерода, 1,2-дихлорэтана, тетрахлорэтилена в пробах природных и очищенных сточных вод методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ). ПНД Ф 14.1:2.7-95 (издание 2004 г.)	224.01.11.015/2004	Дата выдачи 02.02.2004	ФГБУ «ФЦАО»

Продолжение табл. 1

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
8	Методика измерений массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ в питьевых, поверхностных и сточных водах экстракционно-фотометрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:4.15-95 (издание 2011 г.)	005/01.00301-2010/2011	Дата выдачи 15.03.2011	ФГБУ «ФЦАО»
9	Методика выполнения измерений массовой концентрации катионных поверхностно-активных веществ в пробах природных и очищенных сточных вод экстракционно-фотометрическим методом. ПНД Ф 14.1:2.16-95 (издание 2004 г.)	224.01.03.017/2004	Дата выдачи 02.02.2004	ФГБУ «ФЦАО»
10	Методика измерений массовой концентрации ионов ртути в питьевых, поверхностных и сточных водах методом беспламенной атомно-абсорбционной спектрометрии. ПНД Ф 14.1:2:4.20-95 (издание 2011 г.)	006/01.00301-2010/2011	Дата выдачи 15.03.2011	ФГБУ «ФЦАО»
11	Вода природная, питьевая, технологически чистая, очищенная сточная. Вольтамперометрический метод измерения массовых концентраций фенола. ПНД Ф 14.1:2:4.18-95 (издание 2007 г.)	08-47/189	Дата выдачи 31.10.2005	ООО «НПП «Томьналит» и ООО ВНПФ «ЮМХ»

Продолжение табл. 1

№ ва-ри-анта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
12	Методика измерений массовой концентрации нитрит-ионов в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «ФЛЮОРАТ-02». ПНД Ф 14.1:2:4.26-95 (издание 2014 г.)	222.0240/01.00258/20 14	Рекомендуемый срок пересмотра 19.09.2019	ООО «Люмэкс-маркетинг»
13	Методика измерений массовой концентрации железа общего в пробах питьевых, природных и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». ПНД Ф 14.1:2:4.29-95 (издание 2010 г.)	223.1.0106/01.00258/2010	Дата выдачи 24.09.2010	ООО «Люмэкс-маркетинг»
14	Методика выполнения измерений массовой концентрации бора в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». ПНД Ф 14.1:2:4.36-95 (издание 2010 г.)	223.1.01.10.05/2010	Дата выдачи 26.01.2010	ООО «Люмэкс-маркетинг»
15	Методика выполнения измерений массовой концентрации урана в пробах природной, питьевой и сточной воды люминесцентным методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02-2М». ПНД Ф 14.1:2:4.38-95 (издание 2010 г.)	223.1.01.10.01/2010	Дата выдачи 26.01.2010	ООО «Люмэкс-маркетинг»

Продолжение табл. 1

№ ва-ри-анта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
16	Методика измерений массовой концентрации катионных поверхностно-активных веществ в пробах питьевых, природных и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат 02». ПНД Ф 14.1:2:4.39-95 (издание 2010 г.)	223.1.0214/01.00258/2010	Дата выдачи 24.11.2010	ООО «Люмэкс-маркетинг»
17	Методика выполнения измерений массовой концентрации олова в пробах питьевых, природных и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе «Флюорат 02». ПНД Ф 14.1:2:4.40-95 (издание 2010 г.)	223.1.01.10.02/2010	Дата выдачи 26.01.2010	ООО «Люмэкс-маркетинг»
18	Методика измерений массовой концентрации ионов кобальта в природных и сточных водах фотометрическим методом с нитрозо-R-солью. ПНД Ф 14.1:2.44-96 (издание 2016 г.)	88-16207-052-RA.RU.310657-2016	Дата выдачи 22.06.2016	ФБУ «ФЦАО»
19	Методика измерений массовой концентрации ионов кадмия в природных и сточных водах фотометрическим методом с дитизином. ПНД Ф 14.1:2.45-96 (издание 2013 г.)	010/01.00301-2010/2013	Дата выдачи 07.10.2013	ФБУ «ФЦАО»

Продолжение табл. 1

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
20	Методика измерений массовой концентрации никеля в природных и сточных водах фотометрическим методом с диметилглиоксимом. ПНД Ф 14.1:2.46-96 (издание 2013 г.)	011/01.00301-2010/2013	Дата выдачи 07.10.2013	ФБУ «ФЦАО»
21	Методика измерений массовой концентрации молибдена в природных и сточных водах фотометрическим методом с роданидом аммония. ПНД Ф 14.1:2.47-96 (издание 2013 г.)	012/01.00301-2010/2013	Дата выдачи 07.10.2013	ФБУ «ФЦАО»
22	Методика измерений массовой концентрации ионов меди в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с диэтилдитиокарбаматом свинца. ПНД Ф 14.1:2.4.48-96 (издание 2011 г.) с доп. № 1	007/01.00301-2010/2011	Дата выдачи 15.03.2011	ФБУ «ФЦАО»
23	Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов мышьяка в природных и сточных водах фотометрическим методом с диэтилдитиокарбаматом серебра. ПНД Ф 14.1:2.49-96 (издание 2004 г.)	224.01.03.024/2004	Дата выдачи 02.02.2004	ФБУ «ФЦАО»

Продолжение табл. 1

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
24	Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой. ПНД Ф 14.1:2:4.50-96 (издание 2011 г.)	008/01.00301-2010/2011	Дата выдачи 15.03.2011	ФБУ «ФЦАО»
25	Методика измерений массовой концентрации ионов хрома в питьевых, природных и сточных водах фотометрическим методом с дифенилкарбазидом. ПНД Ф 14.1:2:4.52-96 (издание 2016 г.) с изм. № 1	009/01.00301-2010/2011//88- 16207-051-RA.RU.310657-2016	Дата выдачи 22.06.2016	ФБУ «ФЦАО»
26	Методика выполнения измерений массовой концентрации цианидов в природных и сточных водах фотометрическим методом с пиридинбензидином. ПНД Ф 14.1:2.53-96 (издание 2004 г.)	224.01.03.027/2004	Дата выдачи 02.02.2004	ФБУ «ФЦАО»
27	Методика выполнения измерений массовой концентрации олова в природных и сточных водах фотометрическим методом с фенилфлуороном. ПНД Ф 14.1:2.55-96 (издание 2004 г.)	224.01.03.029/2004	Дата выдачи 02.02.2004	ФБУ «ФЦАО»
28	Методика измерений массовой концентрации цианидов в природных и сточных	222.0325/01.00258/2015	Дата выдачи 25.12.2015	ФГБУ «ФЦАО»

Продолжение табл. 1

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
	водах фотометрическим методом с пиридином и барбитуровой кислотой. ПНД Ф 14.1:2.56-96 (издание 2015 г.)			
29	Методика измерений массовых концентраций ароматических углеводов в питьевых, природных и сточных водах газохроматографическим методом. ПНД Ф 14.1:2:4.57-96 (издание 2011 г.)	017/01.00301-2010/2011	Дата выдачи 12.10.2011	ЗАО «РОСА»
30	Методика выполнения измерений массовой концентрации гидрохинона в пробах питьевых, природных и сточных вод газохроматографическим методом. ПНД Ф 14.1:2:4.58-96 (издание 2009 г.)	223.1.01.11.64/2008	Дата выдачи 06.08.2008	ЗАО «РОСА»
31	Методика измерений массовой концентрации ионов цинка в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с дитизином. ПНД Ф 14.1:2:4.60-96 (издание 2011 г.)	010/01.00301-2010/2011	Дата выдачи 15.03.2011	ФБУ «ФЦАО»
32	Методика измерений массовой концентрации марганца в природных и сточных водах фотометрическим методом с персульфатом аммония. ПНД Ф 14.1:2.61-96 (издание 2013 г.)	224.01.03.032/2004	Дата выдачи 07.10.2013	ФБУ «ФЦАО»

Продолжение табл. 1

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
33	Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в природных и очищенных сточных водах методом колоночной хроматографии со спектрофотометрическим окончанием. ПНД Ф 14.1:2.62-96 (издание 2004 г.)	224.01.11.033/2004	Дата выдачи 02.02.2004	ФБУ «ФЦАО»
34	Методика выполнения измерений массовых концентраций кадмия, свинца, меди и цинка в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом инверсионной вольтамперометрии (ИВА). ПНД Ф 14.1:2:4.69-96 (издание 2006 г.)	25-08	Дата выдачи 19.04.2005	ЗАО «Аквилон»
35	Методика измерений массовых концентраций полициклических ароматических углеводородов в питьевых, природных и сточных водах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. ПНД Ф 14.1:2:4.70-96 (издание 2012 г.)	013/01.00301-2010/2012	Дата выдачи 27.08.2012	ЗАО «РОСА»
36	Методика выполнения измерения массовой концентрации летучих галогенорганических соединений в пробах питьевых, природных и сточных вод методом газовой хроматографии. ПНД Ф 14.1:2:4.71-96 (издание 2010 г.)	223.1.01.11.118/2009	Дата выдачи 20.10.2009	ЗАО «РОСА»

Продолжение табл. 1

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
37	Методика измерений массовой концентрации формальдегида в питьевой, природных и сточных водах фотометрическим методом с ацетилацетоновым реактивом. ПНД Ф 14.1:2:4.84-96 (издание 2013 г.)	014/01.00301-2010/2013	Дата выдачи 17.10.2013	ЗАО «РОСА»
38	Методика измерений массовой концентрации кальция в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:3.95-97 (издание 2016 г.)	88-16207-053-RA.RU.310657-2016	Дата выдачи 01.07.2016	ООО НПП «АКВАТЕСТ»
39	Методика измерений общей жесткости в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:3.98-97 (издание 2016 г.)	88-16207-070-RA.RU.310657-2016	Дата выдачи 01.09.2016	ООО НПП «АКВАТЕСТ»
40	Методика измерений массовой концентрации гидрокарбонатов в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:3.99-97 (издание 2017 г.)	88-16207-018-RA.RU.310657-2017	Дата выдачи 22.06.2017	ООО НПП «АКВАТЕСТ»
41	Методика измерений химического потребления кислорода в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:3.100-97 (издание 2016 г.)	88-16207-071-RA.RU.310657-2016	Дата выдачи 01.09.2016	ООО НПП «АКВАТЕСТ»

Продолжение табл. 1

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
42	Методика измерений массовой концентрации растворённого кислорода в пробах природных и сточных вод йодометрическим методом. ПНД Ф 14.1:2.3.101-97 (издание 2017 г.)	88-16207-007- RA.RU.310657-2017	Дата выдачи 01.03.2017	ООО НПП «АКВА- ТЕСТ»
43	Методика выполнения измерений массовой концентрации фосфора общего в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом после окисления персульфатом ПНД Ф 14.1:2.106-97 (издание 2004 г.)	223.1.01.03.96/2008	Дата выдачи 27.10.2008	ООО НПП «АКВА- ТЕСТ»
44	Методика выполнения измерений массовых концентраций сульфатов в пробах природных и очищенных сточных вод титрованием солью бария в присутствии ортанилового К. ПНД Ф 14.1:2.107-97 (издание 2004 г.)	223.1.01.02.97/2008	Дата выдачи 27.10.2008	ООО НПП «АКВА- ТЕСТ»
45	Методика выполнения измерений содержания сероводорода и сульфидов в пробах природных и очищенных сточных вод фотометрическим методом с N,N-диметил-п-фенилендиамином. ПНД Ф 14.1:2.109-97 (издание 2004 г.)	223.1.01.03.94/2008	Дата выдачи 27.10.2008	ООО НПП «АКВА- ТЕСТ»

Продолжение табл. 1

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
46	Методика измерений массовой концентрации взвешенных веществ в пробах природных и сточных вод гравиметрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:3.110-97 (издание 2016 года)	88-16207-072- RA.RU.310657-2016	Дата выдачи 01.09.2016	ООО НПП «АКВА- ТЕСТ»
47	Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония. ПНД Ф 14.1:2:4.112-97 (издание 2011 г.)	012/01.00301- 2010/2011	Дата выдачи 15.03.2011	ФБУ «ФЦАО»
48	Методика измерений массовой концентрации сухого остатка в питьевых, поверхностных и сточных водах гравиметрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:4.114-97 (издание 2011 г.)	014/01.00301- 2010/2011	Дата выдачи 15.03.2011	ФБУ «ФЦАО»
49	Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после <i>n</i> дней инкубации (БПК-полн) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97 (издание 2004 г.)	224.01.02.042/2004, 224.01.02.049/2004	Дата выдачи 02.02.2004	ФБУ «ФЦАО»

Продолжение табл. 1

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
50	Методика выполнения измерения массовых концентраций анионов нитрита, нитрата, хлорида, фторида, сульфата и фосфата в пробах природной, питьевой и сточной воды методом ионной хроматографии (М 101). ПНД Ф 14.1:2:4.132-98 (издание 2008 г.)	Без номера	Дата выдачи 26.06.2007	ЗАО НПФ «Аналитинвест»
51	Методика выполнения измерения массовых концентраций магния, кальция и стронция в питьевых, природных и сточных водах методом атомно-абсорбционной спектрометрии (AAS). ПНД Ф 14.1:2:4.137-98 (издание 2009 г.)	223.1.01.06.123/2008	Дата выдачи 05.11.2008	ЗАО «РОСА»
52	Методика выполнения измерений массовой концентрации органических веществ (18 соединений) в сточных и поверхностных водах газохроматографическим методом с использованием газовой экстракции и универсального пробоотборника. ПНД Ф 14.1:2.144-98 (издание 2007 г.)	242/31-2006	Дата выдачи 19.04.2006	ООО «Мониторинг» ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России
53	Методика выполнения измерений концентрации числа клеток микроорганизмов биопрепарата «Деворойл» в сточных и природных водах.	36-06	Дата выдачи 11.07.2006	ООО «МИКРОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Продолжение табл. 1

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
	ПНД Ф 14.1:2.147-99 (издание 2007 г.)			
54	Методика измерений перманганатной окисляемости в пробах питьевых, природных и сточных вод титриметрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:4.154-99 (издание 2012 г.)	011/01.00301-2010/2012	Дата выдачи 20.06.2012	ЗАО «РОСА»
55	Методика выполнения измерения суммарной массовой концентрации минерального и органического фосфора (общего фосфора) в пробах питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:4.165-2000. Лист изменений 2003 г.	223.1.01.03.89/2008	Дата выдачи 15.10.2008	ЗАО «РОСА»
56	Методика измерений массовой концентрации бенз(а)пирена в пробах природных, питьевых (в том числе расфасованных в емкости) и сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуориметрическим детектированием с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром». ПНД Ф 14.1:2:4.186-02 (издание 2010 г.)	223.1.0210/01.00258/2010	До 19.09.2019	ООО «Лю-мэкс-маркетинг»

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
57	Методика измерений бихроматной окисляемости (химического потребления кислорода) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02». ПНД Ф 14.1:2:4.190-2003 (издание 2012 г.)	01.00225/205-36-12	Дата выдачи 04.07.2012	ООО «Люмэкс-маркетинг»
58	Методика выполнения измерений массовой концентрации общего азота в природных и сточных водах титриметрическим методом. ПНД Ф 14.1:2.206-04	224.01.02.136/2004	Дата выдачи 02.02.2004	ФБУ «ФЦАО»
59	Методика выполнения измерений цветности питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом. ПНД Ф 14.1:2:4.207-04	224.01.03.137/2004	Дата выдачи 02.02.2004	ФБУ «ФЦАО»
60	Методика выполнения измерений мутности питьевых, природных и сточных вод турбидиметрическим методом по каолину и по формазину. ПНД Ф 14.1:2:4.213-05	224.01.02.108/2005	Дата выдачи 27.06.2005	ФБУ «ФЦАО»

Бланк выполнения практического задания 1

Таблица 1.1

Матрица методов и методик количественного
химического анализа вод

№ ва- рианта	Название методики	Метод	Назначение методики	Принципы метода

Таблица 1.2

Систематизация методик химического анализа вод
по методам анализа

№ ва- рианта	Метод анализа	Определяемые показатели	Методики

Тема 1.2. Методы анализа водных сред. Общие сведения

Практическое задание 2 Методы отбора проб воды для количественного химического анализа

Цели: получить практические навыки обобщения показателей воды, определяемых с применением методик количественного химического анализа и схематизации методик анализа по определяемым показателям; изучить методы отбора проб воды для количественного химического анализа.

Рекомендации по выполнению практического задания

1. Изучите перечень методик, утвержденный ФГБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия». Часть I. Количественный химический анализ воды (табл. 1 практического задания 1).
2. Выберите произвольно три варианта методик, различающихся методами анализа, из табл. 1 практического задания 1.
3. Изучите содержание выбранных методик в интернет-режиме. На основе материалов нормативных документов заполните табл. 2.1 «Методы отбора проб воды и расчет определяемых показателей» бланка выполнения практического задания 2.
4. Изучите показатели воды, которые определяются с помощью методов количественного химического анализа вод по перечню методик (табл. 1 практического задания 1).
5. Сгруппируйте методики из перечня методик (табл. 1 практического задания 1) по измеряемым показателям. Заполните табл. 2.2 «Обобщение методик количественного химического анализа воды по измеряемым показателям» бланка выполнения практического задания 2. В каждой группе укажите не менее трех-пяти методик анализа.

Бланк выполнения практического задания 2

Таблица 2.1

Методы отбора проб воды и расчет определяемых показателей

№ варианта	Методика	Отбор проб	Условия хранения	Расчетная формула определяемого показателя*

* Обозначения в формулах расписать с указанием единиц измерения. Например: V_1 – объем профильтрованной воды, мл.

Таблица 2.2

Обобщение методик количественного химического анализа воды по измеряемым показателям

№ варианта	Группы показателей	Методики анализа
	Физико-химические	
	Химические	
	Тяжелые металлы	
	Приоритетные загрязняющие вещества	
	Группа химических веществ, вызывающих эвтрофирование водоемов	

**Тема 1.3. Количественный химический анализ воды.
Основные методики анализа воды,
утвержденные ФГБУ «ФЦАО»**

**Практическое задание 3
Оценка экологического состояния водоемов
по микробиологическим показателям**

Цели: приобретение навыков изучения методики оценки современного экологического состояния водоемов, испытывающих различное антропогенное воздействие, на основе микробиологических показателей; изучение показателей качественного состояния вод, овладение методикой оценки экологического состояния водных объектов (смотри в РПД).

Нормативные документы

ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97. Методические рекомендации по применению методики выполнения измерений рН в водах потенциометрическим методом (издание 2018 г.).

ПНД Ф 14.1:2:3.98-97. Методика измерений общей жесткости в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом (издание 2016 г.).

ПНД Ф 14.1:2:4.5-95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, поверхностных и сточных водах методом ИК-спектрометрии (утв. ФБУ «ФЦАО» 23.03.2011).

ПНД Ф 14.1:2:3.101-97. Методика измерений массовой концентрации растворённого кислорода в пробах природных и сточных вод йодометрическим методом (издание 2017).

ПНД Ф 14.1:2:4.207-04. Методика выполнения измерений цветности питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом (Дата актуализации 05.05.2017).

ПНД Ф 14.1:2:3:4.240-2007 (ФР.1.31.2007.03815). Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации сульфат-ионов в питьевых, поверхностных, подземных и сточных водах гравиметрическим методом (утв. ФБУ «ФЦАО» 27.10.2011).

ПНД Ф 14.1:2:4.165-2000. Методика выполнения измерения суммарной массовой концентрации минерального и органического фосфора (общего фосфора) в пробах питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом.

ПНД Ф 14.1:2:4.4-95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой (утв. ФБУ «ФЦАО» 23.03.2011).

ПНД Ф 14.1:2:4.213-05. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений мутности питьевых, природных и сточных вод турбидиметрическим методом по каолину и по формазину (утв. ФГУ «ФЦАО» 27.07.2005).

МУК 4.2.1018-01. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды (ред. от 01.02.2021).

Методические указания МУК 4.2.3691-21 «Изменения № 2 в МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 1 марта 2021 г.).

СанПиН 2.1.5.980-00 «2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22 июня 2000 г., ред. 20.09.2017).

СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества (утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25 февраля 2010 г. № 10).

ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб (ред. 12.09.2018).

ГОСТ Р 56237-2014. Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах (ред. 12.09.2018).

МУ 2.1.4.2899-11. Организация внутреннего контроля качества санитарно-микробиологических исследований воды (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 12 июля 2011 г.).

Рекомендации по выполнению практического задания

1. Изучите теоретический материал к практическому заданию 3.
2. Выберите три варианта водных объектов (водохранилище, озеро, река) из табл. 3 «Микробиологические показатели водных объектов».
3. Вычислите экологический индекс (ЭИ) выбранных вариантов водных объектов по формуле, представленной в теоретическом материале к практическому заданию 3. Полученные результаты занесите в таблицу «Оценка экологического состояния водных объектов по микробиологическим показателям» бланка выполнения практического задания 3.
4. На основе полученного экологического индекса определите экологическое состояние водных объектов. Данные занесите в таблицу «Оценка экологического состояния водных объектов по микробиологическим показателям» бланка выполнения практического задания 3.
5. Выявите наиболее экологически неблагополучный водный объект и запишите в виде вывода в таблице «Оценка экологического состояния водных объектов по микробиологическим показателям» бланка выполнения практического задания 3.
6. Постройте график изменения численности сапрофитных бактерий (СБ) выбранных водных объектов в бланке выполнения практического задания 3, оформите с подписью «Рисунок 3.1 – Численность сапрофитных бактерий в донных отложениях водных объектов».
7. Проведите сравнительный анализ результатов, полученных на графике. Запишите вывод о загрязнении водных объектов легкоокисляемым органическим веществом.

Теоретический материал

Природные воды могут быть загрязнены самыми различными примесями, разделяющимися на группы по их биологическим и физико-химическим свойствам. К первой группе относятся вещества, растворяющиеся в воде и находящиеся в ней в молекулярном или ионном состоянии. Вторая группа – это те вещества, которые образуют с водой взвеси или коллоидные системы. В коллоидном состоянии могут быть минеральные или органические частицы,

нерастворимые формы гумуса и отдельные вирусы. Взвесями же являются чаще всего планктон, бактерии и нерастворимые мельчайшие твердые частицы.

Качество воды характеризуется ее физическими, химическими и бактериологическими свойствами. К физическим свойствам относятся ее температура, цветность, мутность, привкус и запах.

Наличие в воде органических веществ резко ухудшает ее физические (органолептические) показатели, вызывая различного рода запахи (землистый, гниlostный, рыбный, болотный, аптечный, камфорный, запах нефтепродуктов, хлорфенольный и т. д.). Органические вещества повышают также цветность, вспениваемость, оказывают неблагоприятное действие на человека и животных.

Химические свойства воды характеризуются следующими показателями: активной реакцией, жесткостью, окисляемостью, содержанием растворенных солей. Активная реакция воды определяется концентрацией водородных ионов. Обычно она выражается через рН. При рН = 7 среда нейтральная, при рН < 7 среда кислая, при рН > 7 среда щелочная.

Степень бактериологической загрязненности воды определяется числом бактерий, содержащихся в 1 см³ воды, которое не должно превышать 100. Вода поверхностных источников содержит бактерии, внесенные сточными и дождевыми водами, животными и т. д. Вода подземных артезианских источников обычно не загрязнена бактериями. Различают патогенные (болезнетворные) и сапрофитные бактерии. Для оценки загрязненности воды патогенными бактериями определяют содержание в ней кишечной палочки.

Бактериальное население донных отложений водных объектов играет существенную роль в круговороте органического вещества и в процессах самоочищения воды. Микробиологическими показателями для количественной оценки экологического состояния водоемов, испытывающих повышенное антропогенное воздействие, служат общая численность бактерий (ОЧБ), обитающих в донных отложениях, измеряемая в клетках на 1 мл грунта – кл/мл грунта, и численность сапрофитных бактерий СБ, измеряемая в КОЕ/мл (колониеобразующих единиц на миллиметр). Сапрофитные бактерии являются индикаторами загрязнения водной среды легко-

окисляемым органическим веществом. На основе значений экологического индекса, рассчитанного с помощью отмеченных микробиологических показателей, можно определять экологическое состояние водоемов. Показатели ранжированы в четыре группы (по Дзюбан, 2005): норма, состояние риска, предкризисное состояние и кризис (табл. 2).

Таблица 2

Количественная оценка экологического состояния водоемов

Микробиологический показатель	Норма	Состояние риска	Предкризисное состояние	Кризис
ОЧБ, кл/мл	10^7-10^9	10^8-10^9	10^9-10^{10}	10^8-10^{11}
СБ, КОЕ/мл	10^3-10^4	10^4-10^5	10^5-10^6	$<10^4-10^7$
СБ/ОЧБ, %	$<0,01$	$0,01-0,1$	$0,1-1$	>1

Оценка экологического состояния водоемов определяется по экологическому индексу, вычисленному по формуле

$$\text{ЭИ} = \text{СБ} / \text{ОЧБ} \cdot 100 \%,$$

где ЭИ – экологический индекс; ОЧБ – общая численность бактерий, кл/мл грунта; СБ – численность сапрофитных бактерий, КОЕ/мл грунта.

Микробиологические показатели водных объектов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Микробиологические показатели водных объектов

№ варианта	Водоем или водоток	СБ, 10^6 КОЕ/мл грунта	ОЧБ, 10^6 кл/мл грунта	pH
1	Иваньковское водохранилище (г. Тверь)	0,85	1170	7,0
	Река Шексна	0,06	2870	6,8
	Чебоксарское вдхр.	0,70	4100	7,2
	Куйбышевское вдхр. (речной участок)	0,95	1900	7,4
	Куйбышевское вдхр. (озеро-видный участок)	1,30	3700	6,8

Продолжение табл. 3

№ ва- рианта	Водоем или водоток	СБ, 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
2	Шошинский залив	0,32	2320	7,1
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Шекснинское вдхр.	0,34	3210	7,0
	Шекснинский плес	0,09	3360	7,2
3	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
4	Угличское вдхр. (озеро-видный участок)	0,1	1400	6,6
	Саратовское вдхр. (речной участок)	0,01	400	7,2
	Саратовское вдхр. (озеро-видный участок)	0,65	2900	5,7
	Волгоградское вдхр. (речной участок)	0,08	300	7,0
	Волгоградское вдхр. (озеро-видный участок)	2,35	2300	6,9
5	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Волжско-Камский плес	0,70	1639	6,8
	Река Кольчуг	2,03	864	5,9
	Река Вишера	16,84	19082	6,3
	Верховье реки Кама	0,48	4009	6,5
6	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Висимский залив	0,60	7927	7,9
	Камское вдхр. (у с. Добрянка)	2,44	21948	7,1
	Городище	0,78	6995	7,4
	Камское устье	2,24	5184	7,2
7	Шекснинское вдхр.	0,34	3210	7,0
	Русло реки Кама	1,07	2932	7,3
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Камское вдхр. (верхний бьеф)	3,36	3774	6,4
	Берег Камы	6,24	7514	7,0

Продолжение табл. 3

№ ва- рианта	Водоем или водоток	СБ, 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
8	Шекснинский плес	0,09	3360	7,2
	Иваньковское вдхр. (г. Тверь)	0,85	1170	7,0
	Шошинский залив	0,32	2320	7,1
	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Волгоградское вдхр. (озеровидный участок)	2,35	2300	6,9
9	Река Шексна	0,06	2870	6,8
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
	Угличское вдхр. (озеровидный участок)	0,1	1400	6,6
10	Чебоксарское вдхр.	0,70	4100	7,2
	Куйбышевское вдхр. (озеровидный участок)	1,30	3700	6,8
	Шошинский залив	0,32	2320	7,1
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
11	Куйбышевское вдхр. (речной участок)	0,95	1900	7,4
	Камское вдхр. (у с. Добрянка)	2,44	21948	7,1
	Городище	0,78	6995	7,4
	Камское устье	2,24	5184	7,2
	Шекснинское вдхр.	0,34	3210	7,0
12	Куйбышевское вдхр. (озеровидный участок)	1,30	3700	6,8
	Река Шексна	0,06	2870	6,8
	Чебоксарское вдхр.	0,70	4100	7,2
	Куйбышевское вдхр. (речной участок)	0,95	1900	7,4
	Куйбышевское вдхр. (озеровидный участок)	1,30	3700	6,8

Продолжение табл. 3

№ ва- рианта	Водоем или водоток	СБ, 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
13	Саратовское вдхр. (речной участок)	0,01	400	7,2
	Черемшанский залив	18,24	1936	6,9
	Воткинское вдхр. (верхний бьеф)	1,76	1759	7,2
	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Нижнекамское вдхр. (с. Вятское)	1,98	2013	6,8
14	Саратовское вдхр. (озеро-видный участок)	0,65	2900	5,7
	Река Сура	1,95	2001	7,3
	Река Волга	3,30	1989	7,0
	Камские Поляны	1,50	17077	7,8
	Куйбышевское вдхр. (у плотины)	1,71	6700	7,9
15	Волгоградское вдхр. (речной участок)	0,08	300	7,0
	Озеро Асликуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Енисей	0,31	500	7,1
16	Волгоградское вдхр. (озеро-видный участок)	2,35	2300	6,9
	Река Ангара	0,25	700	7,1
	Озеро Байкал (южное побережье)	1,40	15000	6,9
	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
17	Волжско-Камский плес	0,70	1639	6,8
	Камское устье	2,24	5184	7,2
	Русло реки Кама	1,07	2932	7,3
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Камское вдхр. (верхний бьеф)	3,36	3774	6,4
18	Река Кольчуг	2,03	864	5,9
	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Нижнекамское вдхр. (с. Вятское)	1,98	2013	6,8
	Река Сура	1,95	2001	7,3
	Река Волга	3,30	1989	7,0

Продолжение табл. 3

№ ва-рианта	Водоем или водоток	СБ, 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
19	Река Вишера	16,84	19082	6,3
	Куйбышевское вдхр. (у плотины)	1,71	6700	7,9
	Озеро Асликуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Река Обь	2,44	2410	7,8
20	Верховье реки Кама	0,48	4009	6,5
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Шекснинское вдхр.	0,34	3210	7,0
	Шекснинский плес	0,09	3360	7,2
21	Висимский залив	0,60	7927	7,9
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
	Угличское вдхр. (озеровидный участок)	0,1	1400	6,6
22	Камское вдхр. (у с. Добрянка)	2,44	21948	7,1
	Шекснинский плес	0,09	3360	7,2
	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
23	Городище	0,78	6995	7,4
	Волгоградское вдхр. (озеровидный участок)	2,35	2300	6,9
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Волжско-Камский плес	0,70	1639	6,8
	Река Кольчуг	2,03	864	5,9
24	Камское устье	2,24	5184	7,2
	Волгоградское вдхр. (речной участок)	0,08	300	7,0
	Озеро Асликуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Река Обь	2,44	2410	7,8

Продолжение табл. 3

№ ва- рианта	Водоем или водоток	СБ, 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
25	Русло реки Кама	1,07	2932	7,3
	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Городище	0,78	6995	7,4
26	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Енисей	0,31	500	7,1
	Волгоградское вдхр. (озеровидный участок)	2,35	2300	6,9
	Река Ангара	0,25	700	7,1
27	Камское вдхр. (верхний бьеф)	3,36	3774	6,4
	Река Сура	1,95	2001	7,3
	Городище	0,78	6995	7,4
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Река Обь	2,44	2410	7,8
28	Берег Камы	6,24	7514	7,0
	Куйбышевское вдхр. (у плотины)	1,71	6700	7,9
	Озеро Асликуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Озеро Байкал (южное побережье)	1,40	15000	6,9
29	Воткинское вдхр.	4,87	1619	6,8
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Река Енисей	0,31	500	7,1
30	Река Оса	0,74	3757	7,6
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Верховье реки Кама	0,48	4009	6,5
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2

Продолжение табл. 3

№ ва- рианта	Водоем или водоток	СБ, 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
31	Елово	10,30	4316	7,4
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Озеро Байкал (южное побережье)	1,40	15000	6,9
	Воткинское вдхр.	4,87	1619	6,8
	Река Ангара	0,25	700	7,1
32	Черемшанский залив	18,24	1936	6,9
	Река Енисей	0,31	500	7,1
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Воткинское вдхр. (верхний бьеф)	1,76	1759	7,2
	Озеро Асликуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
33	Воткинское вдхр. (верхний бьеф)	1,76	1759	7,2
	Озеро Асликуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
34	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Елово	10,30	4316	7,4
	Озеро Кандрыкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Озеро Байкал (южное побережье)	1,40	15000	6,9
35	Нижнекамское вдхр. (с. Вятское)	1,98	2013	6,8
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Енисей	0,31	500	7,1
	Река Волга	3,30	1989	7,0
36	Река Сура	1,95	2001	7,3
	Городище	0,78	6995	7,4
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Енисей	0,31	500	7,1

Продолжение табл. 3

№ ва-рианга	Водоем или водоток	СБ, 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
37	Река Волга	3,30	1989	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
	Озеро Кандрькуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
	Река Ангара	0,25	700	7,1
38	Камские Поляны	1,50	17077	7,8
	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Городище	0,78	6995	7,4
39	Куйбышевское вдхр. (у плотины)	1,71	6700	7,9
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Река Енисей	0,31	500	7,1
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Воткинское вдхр. (верхний бьеф)	1,76	1759	7,2
40	Озеро Асликуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
	Озеро Кандрькуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
41	Река Ангара	0,25	700	7,1
	Верховье реки Кама	0,48	4009	6,5
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Елово	10,30	4316	7,4
42	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Шошинский залив	0,32	2320	7,1
	Угличское вдхр. (речной участок)	0,02	700	6,8
	Волгоградское вдхр. (озеровидный участ- сток)	2,35	2300	6,9
	Река Шексна	0,06	2870	6,8

Продолжение табл. 3

№ ва-рианга	Водоем или водоток	СБ, 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
43	Река Енисей	0,31	500	7,1
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Камское вдхр. (верхний бьеф)	3,36	3774	6,4
	Река Кольчуг	2,03	864	5,9
	Озеро Кандрьюкуль (Башкортостан)	1,51	11120	6,9
44	Озеро Байкал (южное побережье)	1,40	15000	6,9
	Нижнекамское вдхр. (с. Вятское)	1,98	2013	6,8
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0
	Река Обь	2,44	2410	7,8
	Река Енисей	0,31	500	7,1
45	Озеро Байкал (восточное побережье)	0,02	200	7,0
	Река Сура	1,95	2001	7,3
	Река Волга	3,30	1989	7,0
	Камские Поляны	1,50	17077	7,8
	Река Шексна	0,06	2870	6,8
46	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Городище	0,78	6995	7,4
	Куйбышевское вдхр. (у плотины)	1,71	6700	7,9
	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Река Енисей	0,31	500	7,1
47	Река Амур	0,11	1060	7,4
	Озеро Асликуль (Башкортостан)	0,11	1160	8,6
	Нижнекамское вдхр. (нижний бьеф)	4,93	2416	6,9
	Озеро Байкал (западное побережье)	0,12	4800	7,0
	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
48	Водоем-накопитель	2,46	10350	8,4
	Угличское вдхр. (озеровидный участок)	0,1	1400	6,6
	Саратовское вдхр. (речной участок)	0,01	400	7,2
	Саратовское вдхр. (озеровидный участок)	0,65	2900	5,7
	Река Кольчуг	2,03	864	5,9

№ ва-рианта	Водоем или водоток	СБ, 10 ⁶ КОЕ/мл грунта	ОЧБ, 10 ⁶ кл/мл грунта	pH
49	Река Вишера	16,84	19082	6,3
	Верховье реки Кама	0,48	4009	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Висимский залив	0,60	7927	7,9
	Река Оса	0,74	3757	7,6
50	Куйбышевское вдхр. (озеровидный участок)	1,30	3700	6,8
	Шошинский залив	0,32	2320	7,1
	Рыбинское вдхр. (у плотины)	1,31	3120	6,5
	Горьковское вдхр. (у плотины)	1,20	3980	6,2
	Чусовской залив	7,40	15298	7,0

Примечание: вдхр. – водохранилище.

Пример расчета:

$ЭИ = СБ / ОЧБ \cdot 100 \%: 2,03 / 414,54 \cdot 100 \% = 0,49$

$ЭИ = 0,49 \%$

По табл. 2 определяем, что водоем находится в предкризисном состоянии.

Пример графика

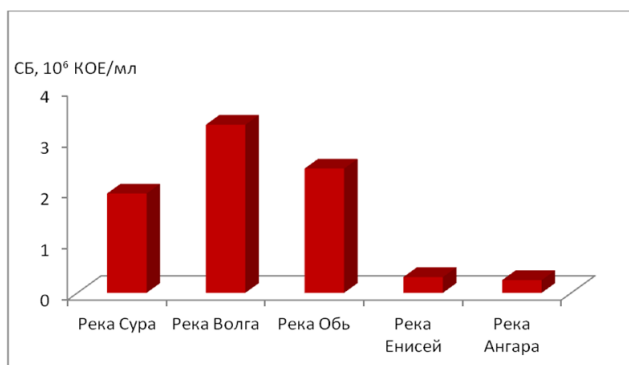


Рисунок 3.1 – Численность сапрофитных бактерий в донных отложениях водных объектов

Бланк выполнения практического задания 3

Оценка экологического состояния водных объектов
по микробиологическим показателям

Водный объект	СБ, 10 ⁶ КОЕ/мл	ОЧБ, 10 ⁶ кл/мл	ЭИ, %	Экологическое состояние
Вывод:				

Рисунок 3.1 – Численность сапрофитных бактерий
в донных отложениях водных объектов

Вывод:

Контрольные вопросы по модулю 1

1. Назовите основной документ, устанавливающий общие требования к отбору и анализу проб воды.
2. Назовите общие требования к отбору проб воды.
3. Дайте определение понятия показателя БПК. С какой целью определяют БПК?
4. Какое оборудование применяют для отбора проб воды?
5. Назовите основные вещества, определяемые в воде.
6. Какое оборудование применяют для отбора проб донных отложений?
7. С какой целью используют батометры?
8. Что такое репрезентативная проба воды?
9. Что такое СПАВ и ХПК?
10. Какие основные микробиологические показатели определяют при контроле качества воды?

Модуль 2. МЕТОДЫ ОТБОРА И АНАЛИЗА ПРОБ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Тема 2.1. Организация отбора и методы отбора проб воздуха

Практическое задание 4 Методы количественного химического анализа атмосферного воздуха

Цели: изучить методы количественного химического анализа воздуха; получить практические навыки систематизации методов и методик количественного химического анализа воздуха.

Нормативные документы

РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы (ред. от 11.02.2016, с изменениями от 20.08.2019).

ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов (ред. от 12.09.2018).

Рекомендации по выполнению практического задания

1. Изучите теоретический материал к заданию.
2. Изучите перечень методик, утвержденный ФГБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия». Часть III. Количественный химический анализ атмосферного воздуха, промвыбросов в атмосферу и воздуха рабочей зоны (табл. 4).
3. Выберите произвольно 5 вариантов методик по табл. 4.
4. Изучите содержание выбранных методик в интернет-режиме. На основе материалов нормативных документов заполните табл. 4.1 «Матрица методов и методик количественного химического анализа атмосферного воздуха» бланка выполнения практического задания 4.
5. Изучите методы количественного химического анализа атмосферного воздуха по перечню методик (табл. 4).
6. Систематизируйте методики из перечня методик (табл. 4) по методам выполнения анализа. Заполните табл. 4.1 и 4.2 бланка выполнения практического задания 4.

Теоретический материал

Правила организации наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах изложены в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» (ред. от 12.09.2018).

Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы осуществляют на постах. Постом наблюдения является выбранное место (точка местности), на котором размещают павильон или автомобиль, оборудованные соответствующими приборами.

Устанавливаются посты наблюдений трех категорий:

- стационарные;
- маршрутные;
- передвижные (подфакельные).

Стационарный пост предназначен для обеспечения непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ или регулярного отбора проб воздуха для последующего анализа.

Маршрутный пост предназначен для регулярного отбора проб воздуха, когда невозможно (нецелесообразно) установить стационарный пост или необходимо более детально изучить состояние загрязнения воздуха в отдельных районах, например в новых жилых районах.

Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника промышленных выбросов. Стационарные посты оборудованы специальными павильонами, которые устанавливают в заранее выбранных местах. Наблюдения на маршрутных постах проводятся с помощью передвижной лаборатории, которая оснащена необходимым оборудованием и приборами. Маршрутные посты также устанавливают в заранее выбранных точках. Одна машина за рабочий день объезжает 4–5 точек. Порядок объезда автомашиной выбранных маршрутных постов должен быть одним и тем же, чтобы обеспечить определение концентраций примесей в постоянные сроки. Наблюдения под факелом предприятия проводятся также с помощью оборудованной автомашины. Подфакельные посты представляют собой точки, расположенные на фиксированных расстояниях от источника. Они перемещаются в соответствии с направлением факела обследуемого источника выбросов.

Размещение и количество постов наблюдений

Репрезентативность наблюдений за состоянием загрязнения атмосферы в городе зависит от правильности расположения поста на обследуемой территории. При выборе места для размещения поста прежде всего следует установить, какую информацию ожидают получить: уровень загрязнения воздуха, характерный для данного района города, или концентрацию примесей в конкретной точке, находящейся под влиянием выбросов отдельного промышленного предприятия, крупной автомагистрали. В первом случае пост должен быть расположен на таком участке местности, который не подвергается воздействию отдельно стоящих источников выбросов. Благодаря значительному перемешиванию городского воздуха уровень загрязнения в районе поста будет определяться всеми источниками выбросов, расположенными на исследуемой территории. Во втором случае пост размещается в зоне максимальных концентраций примеси, связанных с выбросами рассматриваемого источника.

Каждый пост, независимо от категории, размещается на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с непылящим покрытием: на асфальте, твердом грунте, газоне. Если пост разместить на закрытом участке, то результаты будут недостоверными.

Стационарный и маршрутный посты размещаются в местах, выбранных на основе обязательного предварительного исследования загрязнения воздушной среды города промышленными выбросами, выбросами автотранспорта, бытовыми и другими источниками и изучения метеорологических условий рассеивания примесей путем эпизодических наблюдений, расчетов полей максимальных концентраций примесей. При этом следует учитывать повторяемость направления ветра над территорией города.

При определенных направлениях выбросы от многочисленных предприятий могут создавать общий факел, соизмеримый с факелом крупного источника. Если повторяемость таких направлений ветра велика, то зона наибольшего среднего уровня загрязнения будет формироваться в 2–4 км от основной группы предприятий, причем иногда она может располагаться и на окраине города. Выбору местоположения стационарных постов должно предшествовать ознакомление с генеральным планом развития города, чтобы

учесть планируемое размещение крупных источников выбросов и жилых районов. Для характеристики распределения концентрации примеси по городу посты необходимо устанавливать в первую очередь в тех жилых районах, где возможны наибольшие средние уровни загрязнения, затем в административном центре населенного пункта и в жилых районах с различными типами застройки, а также в парках, зонах отдыха. К числу наиболее загрязненных районов относятся зоны наибольших максимальных разовых и среднесуточных концентраций, создаваемые выбросами промышленных предприятий. Такие зоны находятся на расстоянии в 0,5–2 км от низких источников выбросов и в 2–3 км от высоких. К числу наиболее загрязненных районов относятся также магистрали интенсивного движения транспорта, поскольку влияние автомагистрали обнаруживается лишь в непосредственной близости от нее (на расстоянии 50–100 метров).

Число стационарных постов определяется в зависимости от численности населения в городе, площади населенного пункта, рельефа местности и степени индустриализации, рассредоточенности мест отдыха. В зависимости от численности населения устанавливается 1 пост – при численности до 50 тыс. жителей; 2 поста – 50–100 тыс. жителей; 2–3 поста – 100–200 тыс. жителей; 3–5 постов – 200–500 тыс. жителей; 5–10 постов – более 500 тыс. жителей; 10–20 постов (стационарных и маршрутных) – более 1 млн жителей. Количество постов может быть увеличено в условиях сложного рельефа местности, при наличии большого количества источников загрязнения, а также при наличии на данной территории объектов, для которых чистота воздуха имеет первостепенное значение (например, на территории уникальных парков, исторических сооружений и других объектов).

При подфакельных наблюдениях место отбора проб выбирают с учетом ожидаемых наибольших концентраций примесей на расстояниях 0,5; 1; 2; 3; ...; 10 км от границы санитарно-защитной зоны и конкретного источника загрязнения с подветренной стороны от него. За пределами санитарно-защитной зоны общее количество мест наблюдений устанавливается с учетом мощности источника и технической возможности проведения измерений.

Сведения о максимальных концентрациях примесей на заданных расстояниях от источника могут быть получены и на стационарных постах при направлениях ветра со стороны источника.

Программа и сроки наблюдений

Регулярные наблюдения на стационарных постах проводятся по одной из четырех программ наблюдений: полной (П), неполной (НП), сокращенной (СС), суточной (С).

Полная программа наблюдений предназначена для получения информации о разовых и среднесуточных концентрациях. Наблюдения по полной программе выполняются ежедневно путем непрерывной регистрации с помощью автоматических устройств или дискретно через равные промежутки времени, не менее четырех раз при обязательном отборе в 1, 7, 13, 19 ч по местному декретному времени.

По неполной программе наблюдения проводятся с целью получения информации о разовых концентрациях ежедневно в 7, 13, 19 ч местного декретного времени.

По сокращенной программе наблюдения проводятся с целью получения информации только о разовых концентрациях ежедневно в 7 и 13 часов местного декретного времени. Наблюдения по сокращенной программе допускается проводить при температуре воздуха ниже минус 45 °С и в местах, где среднемесячные концентрации ниже 1/20 максимальной разовой ПДК или меньше нижнего предела диапазона измерений концентрации примеси используемым методом.

Допускается проводить наблюдения по скользящему графику в 7, 10, 13 ч во вторник, четверг, субботу и в 16, 19, 22 ч в понедельник, среду, пятницу. Наблюдения по скользящему графику предназначены для получения разовых концентраций.

Программа суточного отбора проб предназначена для получения информации о среднесуточной концентрации. В отличие от наблюдений по полной программе, наблюдения по этой программе проводятся путем непрерывного суточного отбора проб и не позволяют получать разовые значения концентрации. Все программы наблюдений позволяют получать концентрации среднемесячные, среднегодовые и средние за более длительный период.

Одновременно с отбором проб воздуха определяют следующие метеорологические параметры: направление и скорость ветра, температуру воздуха, состояние погоды и подстилающей поверхности.

Для стационарных постов допускается смещение всех сроков наблюдений на 1 ч в одну сторону. Допускается не проводить наблюдения в воскресные и праздничные дни.

Наблюдения на маршрутных постах, как и на стационарных, проводятся по полной, неполной или сокращенной программе. Для этого типа постов разрешается смещение сроков наблюдений на 1 ч в обе стороны от стандартных сроков. Сроки отбора проб воздуха при подфакельных наблюдениях должны обеспечить выявление наибольших концентраций примесей, связанных с особенностями режима выбросов и метеорологических условий рассеивания примесей, и они могут отличаться от сроков наблюдений на стационарных и маршрутных постах.

В период неблагоприятных метеорологических условий, сопровождающихся значительным возрастанием содержания примесей до высокого уровня загрязнения (ВЗ), проводят наблюдения через каждые 3 часа. При этом отбирают пробы на территории наибольшей плотности населения на стационарных или маршрутных постах или под факелом основных источников загрязнения по усмотрению управления по гидрометеорологии (УГМ).

Высота и продолжительность отбора проб

При определении приземной концентрации примеси в атмосфере отбор проб и измерение концентрации примеси проводятся на высоте 1,5–3,5 м от поверхности земли.

Продолжительность отбора проб воздуха для определения разовых концентраций примесей составляет 20–30 мин.

Продолжительность отбора проб воздуха для определения среднесуточных концентраций загрязняющих веществ при дискретных наблюдениях по полной программе составляет 20–30 мин через равные промежутки времени в сроки 1, 7, 13 и 19 ч; при непрерывном отборе проб – 24 ч.

Организация анализа проб. Пробы воздуха, отобранные на постах, доставляют в одно из химических подразделений, где осуществляется их анализ. Имеется четыре типа химических подразделений:

- 1) группа или лаборатория наблюдений за загрязнением атмосферы;
- 2) кустовая лаборатория или группа наблюдений за загрязнением атмосферы;
- 3) централизованные лаборатории различной специализации;
- 4) специализированные лаборатории научно-исследовательских учреждений.

Отбор разовых проб воздуха на стационарных постах. Отбор проб воздуха на стационарных постах выполняется в определенной последовательности.

За 10 мин до срока наблюдений нужно войти в помещение лаборатории («Пост-1», «Пост-2»), включить освещение и убедиться в исправности энергоснабжения. Система исправна, если горят сигнальные лампочки на щите электропитания и температура воздуха поддерживается в диапазоне 10–35° С.

При отрицательной температуре наружного воздуха включить терморегуляторы газового канала, которые автоматически поддерживают постоянную температуру. Если температура окружающей среды выше 10° С, необходимо включить термостатирующее устройство «Нагрев» тумблером, находящимся на пульте управления.

Проверить исправность оптико-акустического газоанализатора ГМК-3, анеморумбографа и флюгера. При перекосе ленты, ее разрывах, разрывах перфорации или прекращении записи выключить лентопротяжный механизм, устранить неисправность, сделать на ленте отметки «брак» в начале и конце бракованного участка ленты. Затем снова включить лентопротяжный механизм, отметить на ленте дату и время включения записи.

Дальнейшие действия по отбору проб воздуха на стационарных постах производятся согласно данному нормативному документу.

Автоматический анализ на оксид углерода осуществляется с помощью газоанализатора ГМК-3. В процессе эксплуатации газоанализатора ГМК-3 необходимо следить за постоянством расхода газовой смеси по ротаметру, контролировать исправность измерительного прибора, проверять один раз в сутки нулевые показания и один раз в неделю чувствительность газоанализатора по аттестованной смеси. Смена поглотителя (гопкалита) производится один раз в неделю.

При измерении концентрации оксида углерода верхний кран установить в положение «Проба»; указатель диапазона установить таким образом, чтобы обеспечить наибольшую точность измерений. Обычно, если заранее неизвестна примерная концентрация оксида углерода в пробе, сначала включается наибольший диапазон (0—400 мг/м³).

При температуре окружающего воздуха ниже 10 °С на пульте управления включить тумблеры «Прибор» и «Нагрев». При температуре окружающей среды выше 10 °С необходимо выключить термостатирующее устройство «Нагрев» тумблером, находящимся на пульте управления. При температуре окружающей среды выше 20 °С на преобразователь надевается металлическая крышка.

По окончании отбора проб (после автоматического отключения электроаспираторов ЭА-2 и ЭА-1) извлечь из люка блок отбора проб, снять фильтродержатель, вынуть из него патрон с фильтром на пыль, извлечь из патронов фильтры на пыль и на сажу и вложить их в соответствующие пакеты, на которых отметить конечное показание счетчика РГ-40 и расход воздуха в сажевом канале ЭА-1, а также значения температуры воздуха, прошедшего через счетчик и ротаметр. Отсоединить все поглотительные приборы, закрыть их заглушками и установить в ящик для транспортировки в лабораторию.

По истечении времени отбора проб воздуха для определения концентрации соответствующих газовых примесей отсоединить поглотительные приборы, закрыть их заглушками, поместить в ящик для транспортировки. Штуцера распределительной гребенки закрыть заглушками во избежание конденсации паров внутри воздуховода в холодное время года.

Записать в ТЗА-0 номера поглотительных приборов и фильтров, название примесей, время начала и конца отбора, расход воздуха и объем протянутого воздуха.

Порядок отбора проб и наблюдений в «Пост-1» и «Пост-2» приведен в соответствующих приложениях данного документа.

Отбор проб воздуха и метеорологические наблюдения на маршрутных и подфакельных постах. Для проведения наблюдений на маршрутных и подфакельных постах оборудование доставляется

с помощью автолаборатории «Атмосфера-II» или другого вида автомобиля. По приезде в точку отбора проб воздуха необходимо:

- проверить (внешним осмотром) качество соединения приборов и оборудования с контуром заземления и произвести заземление лаборатории. Для этого из вспомогательного салона извлечь штырь заземления и углубить со стороны правого борта автомашины в грунт на всю его длину. Перед подключением автолаборатории к сети тумблер входного щита должен находиться в положении «Выключено», а вилки разъемов всех приборов должны быть отсоединены от розеток;
- подключить лабораторию к распределительным щитам жилых зданий или цехов предприятий. При этом одновременно одна из жил питающего кабеля подключается к корпусу распределительного щита. В местах пролегания кабеля ставятся знаки, запрещающие движение транспортных средств;
- поставить переключатель входного распределительного щита в положение «Включено». При этом лампочки на лицевой панели пульта должны загораться. Показания амперметра на пульте не должны превышать 10 А, а вольтметра – $220 \text{ В} \pm 10 \%$;
- включить тумблеры всех приборов на пульте управления;
- вынуть поглотительные приборы вместе со штативами, соединить поглотительные приборы с распределительной гребенкой и аспираторами;
- поднять и закрепить мачту на платформе в рабочем положении, установить и закрепить датчики скорости и направления ветра анеморумбометра на мачте;
- подготовить к работе анеморумбометр в соответствии с технической документацией на него.

На выносном пункте устанавливают треногу (для аспиратора ЭА-1А) или столик (для аспиратора ЛК-1) и оборудование (аспиратор и штатив с поглотительными приборами). Затем аккумулятор снимается с машины и ставится на землю рядом с треногой. Поглотительные приборы соединяются с электроаспиратором, электроаспиратор подключается к аккумуляторной батарее.

Направление и скорость ветра определяют по анеморумбометру в начале, середине и конце срока наблюдения, а температуру возду-

ха — в конце срока наблюдения. Все необходимые данные записывают в ТЗА-0.

На выносных пунктах производят отбор проб только на газовые примеси и синхронно с наблюдениями на основном пункте.

Отбор суточных проб воздуха на стационарных постах

Отбор проб воздуха для определения среднесуточных концентраций пыли осуществляется в лаборатории «Пост-2» электроаспиратором ЭА-2С или ЭА-2СМ непрерывно в течение 24 ч или дискретно через равные промежутки времени. Отбор среднесуточных проб воздуха для определения концентрации пыли осуществляется также с помощью автономного электроаспиратора ЭА-3. Установка фильтра в фильтродержатель производится один раз в сутки в последний из стандартных сроков наблюдений (19 ч) по правилам, аналогичным правилам отбора разовых проб для определения концентраций пыли.

При необходимости отбора проб на один фильтр в течение нескольких суток из фильтродержателя фильтр не вынимают.

На пакете, в который вложен фильтр, записать дату и время его установки, начальное показание счетчика времени. После извлечения из фильтродержателя фильтр сложить пополам, вложить в пакет, записать на нем дату и время снятия и конечное показание счетчика времени. Пакет с фильтром вложить в пакет для отправки в химическую лабораторию.

Через 10 мин после автоматического выключения часового механизма определить среднюю скорость ветра, направление ветра, температуру воздуха, состояние погоды и подстилающей поверхности.

Отбор проб воздуха для определения среднесуточной концентрации газовых примесей осуществляют с помощью воздухоотборника «Компонент» после установления соответствующего режима работы кнопчным переключателем.

Время начала отбора суточных проб с помощью «Компонента» устанавливают в последний срок стандартной программы. Заранее устанавливают сопла, обеспечивающие необходимый расход воздуха в каждом канале. Для отбора устанавливают поглотительные приборы в гнезда с одинаковым номером во всех четырех каналах. В этом случае воздух будет автоматически отбираться в один по-

глотительный прибор по каждому из четырех каналов восемь раз за 24 часа (через 2 ч 40 мин) в течение 20 мин.

После подключения поглотительных приборов включить «Компонент».

Один раз в сутки в тот же срок отсоединить поглотительные приборы, закрыть их заглушками и уложить в ящик для транспортировки. В сопроводительном документе указывают номера поглотительных приборов в каждом канале, показание датчика числа отборов, время включения цикла, дату и время смены поглотительных приборов, среднее за сутки атмосферное давление, установленный расход в каждом канале, режим работы.

Перечень методик количественного химического анализа атмосферного воздуха, промвыбросов в атмосферу и воздуха рабочей зоны представлен в табл. 4.

Таблица 4

Перечень методик, утвержденных ФГБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» (ФГБУ «ФЦАО»).

Часть III. Количественный химический анализ атмосферного воздуха, промвыбросов в атмосферу и воздуха рабочей зоны (фрагмент)

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
1	Методика выполнения измерений массовой концентрации диоксида серы в отходящих газах от котельных, ТЭЦ, ГРЭС и других топливосжигающих агрегатов. ПНД Ф 13.1.3-97	2420/282-97/0282	Дата выдачи 18.04.1997, без указания срока действия	ОАО «НИИ Атмосфера»
2	Методика выполнения измерений массовой концентрации оксидов азота в организованных выбросах котельных, ТЭЦ и ГРЭС. ПНД Ф 13.1.4-97	2420/281-97/0281	Дата выдачи 18.04.1997, без указания срока действия	ОАО «НИИ Атмосфера»

Продолжение табл. 4

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
3	Методика хроматографического измерения массовой концентрации оксида углерода от источников сжигания органического топлива. ПНД Ф 13.1.5-97	242/94-09	Дата выдачи 23.12.2009, без указания срока действия	ОАО «НИИ Атмосфера»
4	Методика выполнения измерений массовой концентрации керосина в промышленных выбросах с использованием универсального одноразового пробоотборника. ПНД Ф 13.1.6-97	2420/78-97/078	Дата выдачи 30.01.1997, без указания срока действия	ОАО «НИИ Атмосфера»
5	Методика хроматографического измерения массовой концентрации уайт-спирита, бензина и сольвента в промышленных выбросах с использованием универсального одноразового пробоотборника. ПНД Ф 13.1.8-97	2420/788-96/0782	Дата выдачи 23.12.1996, без указания срока действия	ОАО «НИИ Атмосфера»
6	Методика выполнения измерений массовой концентрации бенз(а)пирена в источниках загрязнения атмосферы методом криолюминесценции с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02-2М». ПНД Ф 13.1.15-98 (издание 2003 г.)	2420/128-2003	Дата выдачи 04.04.2003, без указания срока действия	ООО «Лю-мэкс-маркетинг»
7	Методика выполнения измерений массовых концентраций диоксида азота и азотной кислоты (суммарно), оксида азота, триоксида серы и серной кислоты (суммарно),	242/125-07	Дата выдачи 06.11.2007, без указания срока действия	ЗАО НПФ «Аналитинвест»

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
	диоксида серы, хлороводорода, фтороводорода, ортофосфорной кислоты и аммиака в пробах промышленных выбросов, атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны методом ионной хроматографии. ПНД Ф 13.1.2:3.19-98 (издание 2008 г.)			
8	Методика количественного химического анализа организованных выбросов в атмосферу на содержание тетраэтилсвинца методом газовой хроматографии. ПНД Ф 13.1.20-98 (издание 2006 г.)	15-2005	Дата выдачи 10.09.2005, без указания срока действия	МП «Региональный центр экологического мониторинга»
9	Методика выполнения измерений объемных долей водорода, кислорода, азота, метана, оксида и диоксида углерода в воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии. ПНД Ф 13.1:2.22-98 (издание 2005 г.)	224.02.11.042/2005	Дата выдачи 12.04.2005, без указания срока действия	ПНУ «Оргнефтехим-заводы», ЗАО «ЛЮБЭКОП», МН «БЕЛИНЭКОМП»
10	Методика выполнения измерений массовых концентраций предельных углеводородов С1—С5 и непредельных углеводородов (этена, пропена, бутенов) в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии. ПНД Ф 13.1:2:3.23-98 (издание 2005 г.)	224.02.11.043/2005	Дата выдачи 12.04.2005, без указания срока действия	ПНУ «Оргнефтехим-заводы», ЗАО «ЛЮБЭКОП», МН «БЕЛИНЭКОМП»

Продолжение табл. 4

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
11	Методика выполнения измерений массовых концентраций гексана, гептана, октана, нонана и декана в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии. ПНД Ф 13.1.2:3.24-98 (издание 2005 г.)	224.02.11.046/ 2005	Дата выдачи 12.04.2005, без указания срока действия	ПНУ «Оргнефтехим-заводы», ЗАО «ЛЮБЭКОП», МН «БЕЛИНЭКОМП»
12	Методика выполнения измерений массовых концентраций оксида углерода и метана в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом реакционной газовой хроматографии. ПНД Ф 13.1.2:3.27-99 (издание 2005 г.)	224.02.11.045/ 2005	Дата выдачи 12.04.2005, без указания срока действия	ПНУ «Оргнефтехим-заводы»
13	Методика выполнения измерений массовых концентраций кадмия, свинца, меди в атмосферном воздухе методом инверсионной вольтамперометрии (ИВА). ПНД Ф 13.2.3.29-2000	28-99	Дата выдачи 18.03.1999, без указания срока действия	ОАО НПП «Буревестник»
14	Методика измерений массовой концентрации аммиака в пробах промышленных выбросов в атмосферу фотометрическим методом. ПНДФ 13.1.33-2002 (издание 2012 г.)	009/01.00301- 2010/2012	Дата выдачи 20.06.2012, без указания срока действия	ФБУ «ЦЛАТИ по ЦФО» (филиал ЦЛАТИ по Ярославской области)

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
15	Методика выполнения измерений массовой концентрации формальдегида в источниках загрязнения атмосферы флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». ПНД Ф 13.1.35-02 (издание 2006 г.)	242/02-2006	Дата выдачи 17.01.2006, без указания срока действия	ООО «Люмэкс-маркетинг»
16	Методика выполнения измерений массовой концентрации фенола в источниках загрязнения атмосферы флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02». ПНД Ф 13.1.36-02 (издание 2007 г.)	242/126-2006	Дата выдачи 29.12.2006, без указания срока действия	ООО «Люмэкс-маркетинг»
17	Методика измерений массовой концентрации хлористого водорода в промышленных выбросах в атмосферу турбидиметрическим методом. ПНДФ 13.1.42-2003 (издание 2012 г.)	017/01.00301-2010/2012	Дата выдачи 07.12.2012, без указания срока действия	ФБУ «ФЦАО»
18	Методика выполнения измерений массовой доли никеля в пробах пыли промышленных выбросов фотометрическим методом. ПНД Ф 13.1.48-04	224.02.03.048/2004	Дата выдачи 02.02.2003, без указания срока действия	ФГУ «Центр экологического контроля и анализа» МПР России (г. Москва)
19	Определение содержания пыли в промышленных выбросах. Определение массовой доли хрома в пыли фотометрическим методом. ПНД Ф 13.1.49-05	224.02.03.107/2005	Дата выдачи 27.06.2005, без указания срока действия	ФГУ «ФЦАМ МПР РОССИИ» (г. Москва)

Продолжение табл. 4

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
20	Методика измерений массовой концентрации хлора в промышленных выбросах в атмосферу фотометрическим методом по йодокрахмальной реакции. ПНД Ф 13.1.50-06 (издание 2011 г.)	222.0071/ 01.00258/2011	Дата выдачи 05.03.2011, без указания срока действия	ФБУ «ФЦАО»
21	Методика выполнения измерений массовой концентрации тяжелых металлов и токсичных элементов (Cd, Pb, Cu, Zn, Bi, Tl, Ag, Fe, Se, Co, Ni, As, Sb, Hg, Mn) в атмосферном воздухе, воздухе жилых и общественных зданий методом инверсионной вольтамперометрии. ПНД Ф 13.2:3.51-06	14.08	Дата выдачи 04.03.2008, без указания срока действия	ЗАО «АК-ВИЛОН»
22	Методика измерений массовой концентрации аэрозоля едких щелочей и карбонатов (суммарно) в газовых выбросах титриметрическим методом. ПНД Ф 13.1.52-06 (издание 2011 г.)	222.0072/ 01.00258/2011	Дата выдачи 05.03.2011, без указания срока действия	ФБУ «ФЦАО»
23	Методика измерений массовой концентрации органических кислот (C1—C6) в промышленных выбросах в атмосферу газохроматографическим методом. ПНД Ф 13.1.54-07 (издание 2011 г.)	026/01.00301- 2010/2011	Дата выдачи 25.11.2011, без указания срока действия	ФБУ «ФЦАО»
24	Методика измерений массовой концентрации 3,4-бензпирена в пробах выбросов стационарных источников методом	223.1.0103/ 01.00258/2010	Дата выдачи 10.08.2010, без указания срока действия	Филиал ФБУ «ЦЛАТИ по При- волжскому

Продолжение табл. 4

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
	высокоэффективной жидкостной хроматографии. ПНД Ф 13.1.55-07 (издание 2010 г.)			высокоэффективной жидкостной хроматографии. «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Пермскому краю»
25	Методика измерений массовых концентраций фосфорной кислоты и фосфорного ангидрида в промышленных выбросах в атмосферу фотометрическим методом. ПНД Ф 13.1.61-2007 (издание 2012 г.)	223.1.02.03.20/ 2007	Дата выдачи 15.03.2012, без указания срока действия	ФБУ «ФЦАО»
26	Методика выполнения измерений массовой концентрации никеля, марганца, мышьяка, хрома, теллура и железа в атмосферном воздухе населенных мест, воздухе рабочей зоны, промышленных выбросах и аэрозолях методом инверсионной вольтамперометрии. ПНД Ф 13.1:2:3.63-08	78-07	Дата выдачи 12.09.2007, без указания срока действия	ОАО НПП «Буревестник»
27	Методика выполнения измерений массовой концентрации элементов в атмосферном воздухе населенных мест, воздухе санитарно-защитной зоны, воздухе рабочей зоны методом атомно-	242/45-08	Дата выдачи 28.05.2008, без указания срока действия	МУ «Городское управление аналитического оперативного контроля качества

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Срок действия	Разработчик
	эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. ПНД Ф 13.2.3.67-09			окружающей природной среды»
28	Методика измерений массовой концентрации химических элементов в пробах промышленных выбросов в атмосферу методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. ПНД Ф 13.1.73-2012	04.(МИ АДЦ 24/12)/01.00305-2011/2012	Дата выдачи 16.07.2012. Дата пересмотра 16.07.2017	ГУ «Научно-производственное объединение «Тайфун», Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
29	Методика выполнения измерений массовых концентраций бензола, толуола, этилбензола и ксилолов в атмосферном воздухе и выбросах промышленных предприятий методом газовой хроматографии. ПНД Ф 13.1:3.68-09	223.1.02.11.156/2009	Дата выдачи 24.11.2009, без указания срока действия	МУ «Городское управление аналитического оперативного контроля качества окружающей природной среды»
30	Методика измерений массовой концентрации углеводородов (суммарно) в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны, промышленных выбросах методом ИК-спектрофотометрии с применением концентратометров серии КН. ПНД Ф 13.1:2:3.74-2012 (МР СЭП-09-11) на актуализации в 2017 году	222.0568/01.00258/2012	Дата выдачи 29.03.2012. Рекомендуемый срок пересмотра 29.03.2017	ООО «Производственно-экологическое предприятие «СИБ-ЭКОПРИБОР»

Бланк выполнения практического задания 4

Таблица 4.1

Матрица методов и методик количественного химического анализа атмосферного воздуха

№ варианта	Название методики	Метод	Назначение методики	Принципы метода

Таблица 4.2

Систематизация методик химического анализа атмосферного воздуха по методам анализа

№ варианта	Метод анализа	Определяемые показатели	Методики

Тема 2.2. Лабораторный анализ атмосферного воздуха. Методы лабораторного анализа. Общие сведения

Практическое задание 5 Методы отбора проб атмосферного воздуха для количественного химического анализа

Цели: получить практические навыки обобщения показателей атмосферного воздуха, определяемых с применением методик количественного химического анализа и схематизации методик анализа по определяемым показателям; изучить методы отбора проб атмосферного воздуха для количественного химического анализа.

Нормативные документы

ГОСТ Р 8.563-2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений (ред. от 12.09.2018).

РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы.

Рекомендации по выполнению практического задания

1. Изучите перечень методик, утвержденный ФГБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия». Часть III. Количественный химический анализ атмосферного воздуха, промбросов в атмосферу и воздуха рабочей зоны (табл. 4 практического задания 4).
2. Выберите произвольно три варианта методик, различающихся по методам анализа, из табл. 4 практического задания 4.
3. Изучите содержание выбранных методик в интернет-режиме. На основе материалов нормативных документов заполните табл. 5.1 «Методы отбора проб атмосферного воздуха и расчет определяемых показателей» бланка выполнения практического задания 5.
4. Изучите показатели атмосферного воздуха, которые определяются с помощью методов количественного химического анализа атмосферного воздуха по перечню методик (табл. 4 практического задания 4).

5. Сгруппируйте методики из перечня методик (табл. 4 практического задания 4) по измеряемым показателям. Заполните табл. 5.2 «Обобщение методик количественного химического анализа атмосферного воздуха по измеряемым показателям» бланка выполнения практического задания 5. В каждой группе укажите три-пять методик анализа.

Бланк выполнения практического задания 5

Таблица 5.1

Методы отбора проб атмосферного воздуха и расчет определяемых показателей

№ варианта	Методика	Отбор проб	Условия хранения	Расчетная формула определяемого показателя*

* Обозначения в формулах расписать с указанием единиц измерения. Например: V_1 – объем профильтрованной воды, мл.

Таблица 5.2

Обобщение методик количественного химического анализа атмосферного воздуха по измеряемым показателям

№ варианта	Группы показателей	Методики анализа
	Физико-химические	
	Химические	
	Тяжелые металлы	
	Приоритетные загрязняющие вещества	
	Группа органических загрязнителей	

Тема 2.3. Методы, методики измерений загрязняющих веществ в воздухе

Практическое задание 6 Методика расчета концентраций загрязняющих веществ в выбросах в атмосфере

Цели: изучить приоритетные загрязняющие вещества атмосферного воздуха, получить практические навыки расчета концентраций загрязняющих веществ в выбросах в атмосфере.

Нормативные документы

РД 52.18.595-96. Федеральный перечень Методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды (утв. Росгидрометом от 15 декабря 1996 г. ред. от 14.05.2015).

РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Часть 1. Загрязнение атмосферы в городах и других населенных пунктах (ред. от 02.02.2016).

ФЗ от 30.03.1999 г № 52-ФЗ. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения (26.07.2019).

МУК 4.2.1089-02. Использование установки обеззараживания воздуха УОВ «Поток 150-М-01» и контроль микробной обсемененности воздуха при ее работе.

Рекомендации по выполнению практического задания

1. Изучите теоретический материал и рекомендации по выполнению задания.
2. Выберите вариант выполнения практического задания из таблицы вариантов заданий. Данные для расчета концентраций вредных веществ в выбросе занесите в табл. 6.1 «Данные для расчета C_m и $C_{мт}$ » бланка выполнения практического задания 6.
3. Рассчитайте C_m – максимальную концентрацию вредных веществ в приземном слое атмосферы. На основании расчетов сделайте вывод об отношении найденной концентрации C_m к ПДК и укажите, при каких значениях C_m не приведет к превышению ПДК. Формулу для расчета (с указанием единицы измерения для

- C_M), решение, полученное значение C_M и вывод занесите в бланк выполнения практического задания 6.
4. Рассчитайте C_{MT} – концентрацию вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты. Сделайте вывод о концентрации вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты относительно ПДК. Формулу для расчета (с указанием единицы измерения для C_{MT}), решение, полученное значение C_{MT} и вывод занесите в бланк выполнения практического задания 6.
 5. Изучите основные загрязняющие вещества атмосферного воздуха. Сведения занесите в табл. 6.2 «Основные загрязняющие вещества атмосферного воздуха» бланка выполнения практического задания 6.

Теоретический материал

Выброс вредных веществ в атмосферу должен производиться таким образом, чтобы загрязнение воздушной среды в приземном слое не превышало установленных предельно допустимых концентраций (ПДК). В ходе расчета могут устанавливаться следующие показатели:

1. C_M – максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы для сравнения ее с ПДК.
2. H – минимальная высота трубы или вентиляционной шахты для обеспечения ПДК вредных веществ в приземном слое воздуха.
3. ПДВ – предельно допустимый выброс вредных веществ, обеспечивающий концентрацию вредных веществ в приземном слое атмосферы не выше ПДК.
4. C_{MT} – максимальная концентрация вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты, соответствующая ПДВ.

Рассмотрим формулы для расчетов концентраций загрязняющих веществ.

1. Максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы:

$$C_M = \frac{AMnKF}{4H^3}, \text{ мг/м}^3,$$

где C_M – максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое атмосферы, мг/м³; A – коэффициент, зависящий от усло-

вий рассеивания в атмосфере в зависимости от климатической зоны страны; коэффициент A колеблется в зависимости от потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА) от 140 для центральной части Европейской территории России до 250 для Сибири, Дальнего Востока. В методике расчета концентраций ОНД-86 приводятся 5 его значений: 140, 160, 180, 200, 250; M – масса выбрасываемых вредных веществ, г/с; n – безразмерный коэффициент, зависящий от параметра V'_m , указывающего на опасную скорость ветра на уровне флюгера; коэффициент n принимается равным:

$$n = 1 \text{ при } V'_m \geq 2;$$

$$n = 0,532V'_m{}^2 - 2,13V'_m + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq V'_m < 2;$$

$$n = 4,4 V'_m \text{ при } V'_m < 0,5.$$

Параметр V'_m , указывающий на опасную скорость ветра, определяется по формуле

$$V'_m = \frac{1,3\omega^0 D}{H},$$

где ω^0 – скорость выхода газов в сечении устья трубы, м/с.

$$\omega^0 = \frac{4V}{\pi D^2};$$

K – коэффициент, зависящий от диаметра устья и объема выброса.

Коэффициент K :

$$K = \frac{D}{8V},$$

где V – объем выбрасываемых газов, м³/с; D – диаметр устья выбросной трубы или шахты, м; F – безразмерный коэффициент, зависящий от скорости оседания веществ в атмосферном воздухе. Значения коэффициента F :

$F = 1,0$ для газообразных выбросов и мелкодисперсной пыли;

$F = 2,0$ при коэффициенте очистки выбросов $\eta \geq 90$ %;

$F = 2,5$ при 75 % $\leq \eta < 90$ %;

$F = 3,0$ при $\eta < 75$ %;

H – высота выброса (для холодных выбросов – высота трубы), м.

2. Максимальная концентрация вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты:

$$C_{\text{MT}} = \frac{8C_{\text{ПДК}}H\sqrt[3]{H}}{AFnD}, \text{ мг/м}^3,$$

где $C_{\text{пдк}}$ – предельно допустимая концентрация вредного вещества, мг/м³; H – высота выброса (для холодных выбросов – высота трубы), м; A – коэффициент, зависящий от условий рассеивания в атмосфере в зависимости от климатической зоны страны; коэффициент A колеблется в зависимости от потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА) от 140 для центральной части Европейской территории России до 250 для Сибири, Дальнего Востока. В методике расчета концентраций ОНД-86 приводятся 5 его значений: 140, 160, 180, 200, 250; F – безразмерный коэффициент, зависящий от скорости оседания веществ в атмосферном воздухе. Значения коэффициента F :
 $F = 1,0$ для газообразных выбросов и мелкодисперсной пыли;
 $F = 2,0$ при коэффициенте очистки выбросов $\eta \geq 90 \%$;
 $F = 2,5$ при $75 \% \leq \eta < 90 \%$;
 $F = 3,0$ при $\eta < 75 \%$;
 n – безразмерный коэффициент, зависящий от параметра V'_m , указывающего на опасную скорость ветра на уровне флюгера. Значения коэффициента n :
 $n = 1$ при $V'_m \geq 2$;
 $n = 0,532V'^2_m - 2,13V'_m + 3,13$ при $0,5 \leq V'_m < 2$;
 $n = 4,4 V'_m$ при $V'_m < 0,5$;
 D – диаметр устья выбросной трубы или шахты, м.

Примеры решения

1. Вычислить C_m – максимальную концентрацию вредных веществ в приземном слое атмосферы.

Данные для расчета:

- объем выбрасываемых газов $V = 30\,000 \text{ м}^3/\text{ч} = V = 8,33 \text{ м}^3/\text{с}$;
- диаметр устья $D = 1 \text{ м}$;
- высота вентиляционной шахты $H = 30 \text{ м}$;
- $C_{\text{ф}} = 0,10 \text{ мг}/\text{м}^3$;
- $C_{\text{пдк}} = 0,5 \text{ мг}/\text{м}^3$;
- коэффициент пылеулавливания $\eta = 90 \%$, т. е. $F = 2$;
- валовый выброс пыли $M = 4 \text{ г}/\text{с}$.

Предприятие находится в центральной части Европейской территории РФ, $A = 140$.

Определяем скорость выхода газов в устье трубы ω_0 :

$$\omega_0 = \frac{4V}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 8,33}{3,14 \cdot 1^2} = 10,6 \text{ м/с}.$$

Определяем параметр V'_M :

$$V'_M = \frac{1,3\omega_0 D}{H} = \frac{1,3 \cdot 10,6 \cdot 1}{30} = 0,46 \text{ м/с} < 0,5 \text{ м/с}.$$

Определяем n :

$$n = 4,4 V'_M = 4,4 \cdot 0,46 = 2,024.$$

Определяем K :

$$K = \frac{D}{8V} = \frac{1}{8 \cdot 8,33} = 0,015.$$

Определяем C_M :

$$C_M = \frac{AMnKF}{H^{4/3}} = \frac{140 \cdot 4 \cdot 2,024 \cdot 0,015 \cdot 2}{30^{4/3}} = 0,365 \text{ мг/м}^3.$$

Проверяем возможность повышения ПДК:

$$C_{\text{об}} = C_M + C_{\text{ф}} = 0,365 + 0,10 = 0,465 \text{ мг/м}^3 < 0,5, \text{ т. е. } C_{\text{об}} < C_{\text{ПДК}}.$$

Вывод: максимальная приземная концентрация в приземном слое от источника составит $0,365 \text{ мг/м}^3$, что не приведет к превышению ПДК.

2. Вычислить $C_{\text{МТ}}$ — соответствующую ПДВ максимальную концентрацию вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты.

$$C_{\text{МТ}} = \frac{8C_{\text{ПДК}}H\sqrt[3]{H}}{AFnD} = \frac{8 \cdot 0,5 \cdot 25 \cdot \sqrt[3]{25}}{140 \cdot 3 \cdot 2,024 \cdot 0,8} = 0,43 \text{ мг/м}^3.$$

Вывод: предельно допустимая концентрация пыли в устье выбросной шахты составит $0,43 \text{ мг/м}^3$.

Варианты задания

№ варианта	Высота шахты, Н, м	Диаметр устья, D, м	Коэффициент пылеулавливания, $\eta = 90\%$, т. е. $F = 2$	Объем выбрасываемых газов, V , м ³ /с	Валовой выброс пыли, M , г/с	Предельно допустимая концентрация вредного вещества, $C_{\text{пдк}}$, мг/м ³	Фоновая концентрация, $C_{\text{ф}}$, мг/м ³
1	14	1,0	1	5,0	2,2	0,5	0,01
2	15	1,0	1	5,5	2,2	0,5	0,01
3	16	2,0	2	6,5	2,4	5	0,1
4	17	3,0	2,5	7,2	2,6	0,15	0,02
5	18	1,5	3	6,8	2,8	0,3	0,03
6	19	2,5	2,5	7,5	3,0	0,085	0,0001
7	20	3,5	2	7,1	3,1	0,3	0,03
8	21	2,5	1	6,8	3,2	0,5	0,05
9	22	1,5	2	6,6	3,6	5	0,5
10	23	1,0	2,5	6,4	3,8	1	0,5
11	24	1,5	3	6,2	4	0,085	0,004
12	25	2,0	2,0	6,1	4,2	0,3	0,02
13	24	2,5	1,0	5,9	4,4	0,15	0,03
14	23	3,0	2,5	5,8	4,5	0,5	0,05
15	22	2,5	3,0	5,7	4,3	5	0,6
16	21	1,5	2,0	5,6	4,15	0,085	0,005
17	20	1,0	1,0	5,5	3,35	0,3	0,04
18	20	1,0	1,0	5,4	3,35	0,35	0,03
19	21	2,0	3,0	5,8	4,4	0,35	0,03
20	23	2,5	2,5	6,2	4,5	0,3	0,05
21	22	2,5	2,0	5,4	4,3	0,35	0,04
22	20	2,0	2,5	5,5	3,8	0,5	0,02
23	21	1,5	3,0	5,0	4,0	0,45	0,05
24	22	2,0	1,0	6,4	3,6	0,55	0,04
25	23	2,5	2,5	6,6	5,0	0,3	0,02
26	14	1,0	1	5,0	2,2	0,5	0,01

№ варианта	Высота вент. шахты, Н, м	Диаметр устья, D, м	Коэффициент пылеулавливания, $\eta = 90\%$, т. е. $F = 2$	Объем выбрасываемых газов, V, м ³ /с	Валовой выброс пыли, M, г/с	Предельно допустимая концентрация вредного вещества, C _{пдк} , мг/м ³	Фоновая концентрация, C _ф , мг/м ³
27	15	1,0	1	5,5	2,2	0,5	0,01
28	16	2,0	2	6,5	2,4	5	0,1
29	17	3,0	2,5	7,2	2,6	0,15	0,02
30	22	2,5	2,0	5,4	4,3	0,35	0,04
31	20	2,0	2,5	5,5	3,8	0,5	0,02
32	21	1,5	3,0	5,0	4,0	0,45	0,05
33	22	2,0	1,0	6,4	3,6	0,55	0,04
34	23	2,5	2,5	6,6	5,0	0,3	0,02
35	18	2,4	2,0	5,4	4,3	0,35	0,04
36	27	1,5	3,0	5,0	4,0	0,46	0,05
37	20	3,5	2	7,1	3,1	0,3	0,03
38	21	2,5	1	6,8	3,2	0,5	0,05
39	22	1,5	2	6,6	3,6	5	0,5
40	23	1,0	2,5	6,4	3,8	1	0,5
41	24	1,5	3	6,2	4	0,085	0,004
42	25	2,0	2,0	6,1	4,2	0,3	0,02
43	24	2,5	1,0	5,9	4,4	0,15	0,03
44	23	3,0	2,5	5,8	4,5	0,5	0,05
45	22	2,5	3,0	5,7	4,3	5	0,6
46	21	1,5	2,0	5,6	4,15	0,085	0,005
47	20	1,0	1,0	5,5	3,35	0,3	0,04
48	20	1,0	1,0	5,4	3,35	0,35	0,03
49	21	2,0	3,0	5,8	4,4	0,35	0,03
50	23	2,5	2,5	6,2	4,5	0,3	0,05

Бланк выполнения практического задания 6

Таблица 6.1

Данные для расчета C_m и $C_{мт}$

Вариант	Высота вент. шах- ты/ трубы, H , м	Диаметр устья, D , м	Коэф- фициент пылеулав- ливания, $\eta = 90 \%$, т. е. $F = 2$	Объем выбрасы- ваемых газов, V , м ³ /ч	Вало- вый выброс пыли, M , г/с	Предельно допустимая концен- трация вредного вещества, $C_{пдк}$, мг/м ³	Фоновая концен- трация, $C_{ф}$ мг/м ³

1. Расчет C_m – максимальной концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы:

(формула)

(решение)

$C_m =$

Вывод:

2. Расчет $C_{мт}$ – концентрации вредных веществ в устье выбросной трубы или шахты:

(формула)

(решение)

$C_{мт} =$

Вывод:

Таблица 6.2

Основные загрязняющие вещества атмосферного воздуха

№ п/п	Название загрязняющего вещества
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Контрольные вопросы по модулю 2

1. Назовите основной документ, устанавливающий общие требования к отбору и анализу проб атмосферного воздуха.
2. Назовите общие требования к отбору проб атмосферного воздуха.
3. С какой целью проводится отбор проб атмосферного воздуха?
4. Какое оборудование применяют для отбора проб атмосферного воздуха?
5. Назовите основные вещества, определяемые в атмосферном воздухе.
6. Что такое аликвота пробы?
7. Какие установлены категории постов наблюдений за качеством воздуха?
8. Какие вещества, содержащиеся в атмосферном воздухе, определяют методом газовой хроматографии?
9. На чем основаны аспирационные способы отбора проб воздуха?

Модуль 3. МЕТОДЫ ОТБОРА И АНАЛИЗА ПРОБ ПОЧВЫ

Тема 3.1. Методы отбора проб почвы

Практическое задание 7

Методы количественного химического анализа почв

Цели: получить практические навыки систематизации методов и методик количественного химического анализа почв; изучить принципы методов количественного химического анализа почв.

Нормативные документы

ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб (01.06.2019).

ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (ред. от 01.01.2019).

ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик (ред. от 09.01.2019).

ГОСТ Р 58595-2019. Почвы. Отбор проб (ред. от 01.01.2021).

Рекомендации по выполнению практического задания

1. Прочитайте теоретический материал к заданию.
2. Изучите перечень методик, утвержденный ФГБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия». Часть II. Количественный химический анализ почв и отходов (табл. 5).
3. Выберите 5 вариантов методик из табл. 5 произвольно.
4. Изучите содержание выбранных методик в интернет-режиме. На основе материалов нормативных документов заполнить табл. 7.1 бланка выполнения практического задания 7.
5. Изучите методы количественного химического анализа почв по перечню методик (табл. 5).
6. Систематизируйте методики из перечня методик (табл. 5) по методам выполнения анализа. Заполнить табл. 7.2 бланка выполнения практического задания 7.

Теоретический материал

Общие требования к отбору проб почвы установлены ГОСТом 17.4.3.01-2017 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб» (01.06.2019). Настоящий стандарт устанавливает требования к отбору проб почвы при общих и локальных загрязнениях.

Согласно данному нормативному документу, отбор проб проводится с учетом вертикальной структуры, неоднородности покрова почвы, рельефа и климата местности. При этом учитываются особенности загрязняющих веществ и живых организмов в почве.

Отбор проб проводится на пробных площадках, закладываемых так, чтобы исключить искажение результатов анализов под влиянием окружающей среды.

При необходимости получения сравнительных результатов пробы незагрязненных и загрязненных почв отбирают в идентичных естественных условиях.

При общем загрязнении почв пробные площадки намечают по координатной сетке, указывая их номера и координаты. Пробные площадки на почвах, загрязненных предположительно равномерно, намечают по координатной сетке с равными расстояниями. Если почва загрязнена предположительно неравномерно, то пробные площадки намечают по координатной сетке с неравномерными расстояниями между линиями. Расстояния между линиями сетки намечаются с учетом расстояния от источника загрязнения и преобладающего направления ветра.

Почвы могут быть загрязнены патогенными организмами и вирусами, содержащимися в твердых или жидких отходах населенных пунктов или животноводческих комплексов. В таком случае пробные площадки наносятся на координатную сетку с учетом распределения этих веществ на площади.

При локальном загрязнении почв для определения пробных площадок применяют систему концентрических окружностей, расположенных на дифференцированных расстояниях от источника загрязнения. При этом указываются номера окружностей и азимут места отбора проб. В направлении основного распространения загрязняющих веществ систему концентрических окружностей про-

должают в виде сегмента, размер которого зависит от степени распространения загрязнения.

Пробы отбирают по профилю из почвенных горизонтов или слоев с таким расчетом, чтобы в каждом случае проба представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы.

При исследовании загрязнений почв сельскохозяйственных угодий патогенными организмами и вирусами пробы отбирают с пахотного горизонта с глубины от 0 до 5 см и от 5 до 20 см.

Количество проб и вид пробы, а также размер пробной площадки устанавливаются в зависимости от цели исследования. Для определения содержания в почве химических веществ для однородного почвенного покрова размер пробной площадки должен составлять от 1 до 5 га. Для неоднородного почвенного покрова размер пробной площадки составляет от 0,5 до 1 га. При этом следует отбирать не менее одной объединенной пробы.

С целью определения физических свойств и структуры почвы отбирают 3–5 точечных проб на один почвенный горизонт. При этом размеры пробных площадок соответствуют размерам, указанным выше.

С целью определения содержания патогенных организмов и вирусов размер пробной площадки для однородного почвенного покрова должен составлять от 0,1 до 0,5 га, для неоднородного почвенного покрова – 0,1 га. При этом отбирается 10 объединенных проб, состоящих из 3 точечных проб каждая.

При мощности горизонта или слоя свыше 40 см пробы отбирают раздельно, не менее 2 проб с различной глубины. Масса объединенной пробы должна быть не менее 1 кг.

Монолиты следует отбирать объемом не менее 100 см³.

Пробы для выявления патогенных организмов и вирусов следует отбирать с соблюдением правил асептики, исключающих вторичную контаминацию, то есть заражение.

Отобранные пробы необходимо пронумеровать и зарегистрировать в журнале. В журнале указывают следующие данные: порядковый номер и место взятия пробы, рельеф местности, тип почвы, целевое назначение территории, вид загрязнения, дату отбора. Пробы

должны иметь этикетку с указанием места и даты отбора пробы, номера почвенного разреза, почвенной разности, горизонта и глубины взятия пробы, фамилии исследователя.

Упаковку, транспортирование и хранение проб осуществляют в зависимости от цели и метода анализа. Пробы, отобранные для химического анализа, следует упаковывать, транспортировать и хранить в емкостях из химически нейтрального материала. Пробы, предназначенные для анализа на содержание летучих химических веществ, следует помещать в стеклянные банки с притертыми пробками. Пробы, отобранные для определения физических свойств почвы, должны сохранять структуру почвы. При содержании скелетной части почвы свыше 10 % объема поверхность монолитов следует покрывать парафином или другими защитными материалами. Пробы, анализируемые на наличие патогенных организмов и вирусов, необходимо упаковывать, транспортировать и хранить в стерильных емкостях.

Для биологического обследования, а также для установления наличия метаболизируемых химических веществ пробы анализируют в течение 5 часов после взятия. Допускается анализ проб в течение 2 суток при условии, что температура хранения их не превышала 4 °С. Допускается анализ проб на яйца биогельминтов и геогельминтов в течение одного месяца. При этом хранение должно исключать высыхание и развитие личинок в яйцах гельминтов.

Подготовка к отбору проб

Руководящим нормативным документом для отбора почвенных проб служит ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» (ред. от 01.01.2019).

Настоящий стандарт устанавливает методы отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. Стандарт предназначен для контроля общего и локального загрязнения почв в районах воздействия промышленных, сельскохозяйственных, хозяйственно-бытовых и транспортных источников загрязнения. Данный стандарт также применяют при оценке качественного состояния почв, при контроле состояния плодородного слоя, предназначенного для землевания малопродуктивных угодий.

Отбор проб проводят для контроля загрязнения почв и оценки качественного состояния почв естественного и нарушенного сложения. Отбор проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализов проводят не менее 1 раза в год. Для контроля загрязнения тяжелыми металлами отбор проб проводят не менее 1 раза в 3 года. Для контроля загрязнения почв детских садов, лечебно-профилактических учреждений и зон отдыха отбор проб проводят не менее 2 раз в год – весной и осенью. При изучении динамики самоочищения отбор проб проводят в течение первого месяца еженедельно, а затем ежемесячно в течение вегетационного периода до завершения активной фазы самоочищения.

На территории, подлежащей контролю, проводят рекогносцировочные выезды. По данным рекогносцировочного выезда и на основании имеющейся документации заполняют паспорт обследуемого участка и делают описание почв.

При контроле загрязнения почв предприятиями промышленности пробные площадки намечают вдоль векторов «розы ветров». При неоднородном рельефе местности пробные площадки располагают по элементам рельефа. На карты или планы наносят расположение источника загрязнения, пробных площадок и мест отбора точечных проб.

Пробные площадки закладывают на участках с однородным почвенным и растительным покровом, а также с учетом хозяйственного использования основных почвенных разностей. Описание пробной площадки делают в соответствии с обязательным документом – бланком описания пробной площадки. В бланке указывается номер пробной площадки, описывается рельеф, название почвы с указанием механического состава. Дается описание растительного покрова, характерных особенностей почвы, например засоленность, заболоченность, карбонатность и другие. Отмечается наличие почвенно-грунтовых вод, культурное состояние угодья. Вносятся сведения о характере хозяйственного использования и наличии включений антропогенного происхождения.

Для контроля загрязнения почв сельскохозяйственных угодий в зависимости от характера источника загрязнения, возделываемой

культуры и рельефа местности на каждые 0,5–20 га территории закладывают не менее 1 пробной площадки размером не менее 10×10 м².

Для контроля санитарного состояния почвы в зоне влияния промышленного источника загрязнения пробные площадки закладывают на площади, равной 3-кратной величине санитарно-защитной зоны.

Для контроля санитарного состояния почв на территории расположения детских садов, игровых площадок, выгребов, мусорных ящиков и других объектов, занимающих небольшие площади, размер пробной площадки должен быть не более 5×5 м².

Отбор проб почвы

Точечные пробы выполняют на пробной площадке из одного или нескольких слоев, или горизонтов, методом конверта, по диагонали или любым другим способом. При этом каждая проба должна представлять собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов или слоев данного типа почвы. Точечные пробы отбирают ножом или шпателем из прикопок или почвенным буром. Объединенную пробу составляют путем смешивания точечных проб, отобранных на одной пробной площадке.

Для химического анализа объединенную пробу составляют не менее чем из пяти точечных проб, взятых с одной пробной площадки. Масса объединенной пробы должна быть не менее 1 кг. Для контроля загрязнения поверхностно распределяющимися веществами – нефтью, нефтепродуктами, тяжелыми металлами и другими – точечные пробы отбирают послойно с глубины 0–5 и 5–20 см массой не более 200 г каждая. Для контроля загрязнения легко мигрирующими веществами точечные пробы отбирают по генетическим горизонтам на всю глубину почвенного профиля.

Как уже отмечалось ранее, при отборе точечных проб и составлении объединенной пробы должна быть исключена возможность их вторичного загрязнения.

Точечные пробы почвы, предназначенные для определения тяжелых металлов, отбирают инструментом, не содержащим металлы. Перед отбором точечных проб стенку прикопки (ямы для отбора грунтовых проб) или поверхность керна (извлеченного образца почвы) следует зачистить ножом из полиэтилена или полистирола или

пластмассовым шпателем. Точечные пробы почвы, предназначенные для определения летучих химических веществ, следует сразу поместить во флаконы или стеклянные банки с притертыми пробками, заполнив их полностью до пробки. Точечные пробы почвы, предназначенные для определения пестицидов, не следует отбирать в полиэтиленовую или пластмассовую тару.

Для бактериологического анализа с одной пробной площадки составляют десять объединенных проб. Каждую объединенную пробу составляют из трех точечных проб массой от 200 до 250 г каждая. Точечная проба для биологического анализа отбирается послойно с глубины 0–5 и 5–20 см.

Пробы почвы, предназначенные для бактериологического анализа, в целях предотвращения их вторичного загрязнения следует отбирать с соблюдением условий асептики: отбирать стерильным инструментом, перемешивать на стерильной поверхности, помещать в стерильную тару. Инструменты и тара предварительно стерилизуются в автоклаве при определенных условиях.

Для гельминтологического анализа с каждой пробной площадки берут одну объединенную пробу массой 200 г. Объединенная проба составляется из десяти точечных проб массой 20 г каждая. Точечная проба отбирается послойно с глубины 0–5 и 5–10 см. При необходимости отбор проб проводят из глубоких слоев почвы послойно или по генетическим горизонтам.

Все объединенные пробы должны быть зарегистрированы в журнале и пронумерованы. На каждую пробу должен быть заполнен сопроводительный талон. В сопроводительном талоне указываются дата и час отбора пробы, адрес места отбора пробы. Указываются номер участка, номер пробной площадки. Для объединенной пробы указываются горизонт, или слой, глубина взятия пробы. Описывается характер метеорологических условий в день отбора пробы. Особенно тщательно отмечают особенности, обнаруженные во время отбора пробы. Например, освещение солнцем, применение средств химизации, виды обработки почвы сельскохозяйственными машинами, наличие свалок, очистных сооружений и прочие особенности. На сопроводительном талоне ставится подпись исполнителя, его должность.

Следует особо еще раз отметить, что в процессе отбора, транспортировки и хранения почвенных проб должны быть приняты меры по предупреждению возможности их вторичного загрязнения.

Пробы почвы для химического анализа высушивают до воздушно-сухого состояния согласно ГОСТ 5180-2015 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик» (ред. от 09.01.2019). Воздушно-сухие пробы хранят в матерчатых мешочках, в картонных коробках или в стеклянной таре.

Пробы почвы, предназначенные для определения летучих и химически нестойких веществ, доставляют в лабораторию и сразу анализируют.

Пробы почвы, предназначенные для бактериологического анализа, упаковывают в сумки-холодильники и сразу доставляют в лабораторию на анализ. При невозможности проведения анализа в течение одного дня пробы почвы хранят в холодильнике при температуре от 4 до 5 °С не более 24 часов. При анализе на кишечные палочки и энтерококки пробы почвы хранят в холодильнике не более 3 суток.

Пробы почвы, предназначенные для гельминтологического анализа, доставляют в лабораторию на анализ сразу после отбора. При невозможности немедленного проведения анализа пробы хранят в холодильнике при температуре от 4 до 5 °С. Для исследования на яйца биогельминтов почву без обработки хранят не более 7 суток, для исследования на яйца геогельминтов — не более 1 месяца. При хранении проб для предотвращения высыхания и развития личинок в яйцах геогельминтов почву увлажняют и аэрируют один раз в неделю, для чего пробы вынимают из холодильника и оставляют на 3 часа при комнатной температуре, увлажняют водой по мере потери влаги и снова помещают для хранения в холодильник. При необходимости хранения проб почвы более месяца применяют консервирующие средства: почву пересыпают в кристаллизатор, заливают раствором формалина с массовой долей 3 %, приготовленным на изотоническом растворе натрия хлористого с массовой долей 0,85 % (жидкость Барбагалло), или раствором соляной кислоты с массовой долей 3 %, а затем ставят в холодильник.

Подготовка почв к анализу

Для определения химических веществ пробу почвы в лаборатории рассыпают на бумаге или кальке и разминают пестиком крупные комки. Затем выбирают включения — корни растений, насекомых, камни, стекло, уголь, кости животных, а также новообразования — друзы гипса, известковые журавчики и другие. Почву растирают в ступке пестиком и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Отобранные новообразования анализируют отдельно, подготавливая их к анализу так же, как и пробу почвы. Химические свойства почвы характеризуют ее способность взаимодействовать с природными или искусственно внесенными химическими реагентами. В результате этого взаимодействия может меняться качественный состав почв, происходят изменения в процессах, протекающих в почвах.

Для определения валового содержания минеральных компонентов из просеянной пробы отбирают представительную пробу массой не более 20 г и растирают ее в ступке из агата, яшмы или плавленого корунда до пудрообразного состояния.

Для анализа на содержание летучих веществ навески почвы берут без указанных выше операций.

Для бактериологического анализа подготовку проб почвы проводят так же, как и для определения химических веществ. В этом случае подготовку проводят под строгим соблюдением условий асептики. А именно: почву рассыпают на стерильную поверхность, все операции проводят стерильными инструментами, просеивают почву через стерильное сито с диаметром ячеек 3 мм, накрытое стерильной бумагой. Растирают почву в стерильной ступке.

Для гельминтологического анализа почву готовят так же, как и для определения химических веществ. Бактериологический и гельминтологический анализы дают сведения о безопасности почвы.

ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб» (ред. от 12.09.2018) распространяется на отбор проб с пахотных земель, почв сенокосов, пастбищ, лесных питомников и устанавливает методы их отбора при агрохимическом обследовании. Рассмотрим общие положения настоящего стандарта.

Отбор проб при агрохимическом обследовании почв проводят в течение всего вегетационного периода. На полях, участках сено-

косов, пастбищ, лесных питомников, где доза внесенных минеральных удобрений по каждому виду составляет более 90 кг на 1 га, пробы отбирают спустя 2 месяца после внесения удобрений.

Картографической основой для отбора проб является план землепользования хозяйства с нанесенными на него элементами внутрихозяйственного землеустройства и границами почвенных контуров. При агрохимическом обследовании почв лесных питомников картографической основой является план питомника с нанесенными на него границами полей и почвенных контуров. Масштаб картографической основы должен соответствовать масштабу почвенных карт обследуемой территории.

После рекогносцировочного осмотра территории, подлежащей агрохимическому обследованию, на картографическую основу наносят сетку элементарных участков установленного размера. Элементарный участок – это наименьшая площадь, которую можно охарактеризовать одной объединенной пробой почвы.

Форма элементарного участка по возможности должна приближаться к прямоугольной с отношением сторон не более 1:2. Для лесных питомников элементарным участком является поле питомника. Каждому элементарному участку присваивают порядковый номер.

Максимально допустимые размеры элементарных участков на незеродированных и слабоэродированных почвах, то есть измененных эрозией земель без искусственного орошения и орошаемых пахотных почв, определяются зональными особенностями типов почв.

Например, максимально допустимые размеры элементарных участков при ежегодном уровне применения фосфорных удобрений для таежно-лесных районов Урала с преобладанием дерново-подзолистых почв составляют от 4 до 8 га. В Поволжье для таежно-лесных районов с преобладанием дерново-подзолистых почв этот показатель составляет от 10 до 20 га.

На средне- и сильноэродированных дерново-подзолистых и серых лесных почвах размер элементарного участка должен составлять 1–2 га, на черноземах и каштановых почвах – 3 га. На долговременных культурных пастбищах размер элементарного участка соответствует площади загона. На улучшенных сенокосах и пастбищах размер элементарного участка соответствует площади

элементарного участка пашни, принятого для каждой зоны. Размер элементарного участка в лесных питомниках равен площади поля питомника.

Особенности отбора проб

Территорию, предназначенную для обследования, разбивают на элементарные участки в соответствии с сеткой элементарных участков и определяют расстояние между точечными пробами.

Точечные пробы отбирают буром. На уплотненных почвах допускается отбор точечных проб лопатой.

Точечные пробы не допускается отбирать вблизи дорог, куч органических и минеральных удобрений, мелиорантов, со дна развальных борозд, на участках, резко отличающихся лучшим или худшим состоянием растений.

В пределах каждого элементарного участка точечные пробы отбирают равномерно по маршрутному ходу через равные интервалы. В лесных питомниках — на полях, занятых сеянцами и саженцами, — точечные пробы отбирают на грядках между посевными строчками, или рядами посадки саженцев. На пахотных почвах точечные пробы отбирают на глубину пахотного слоя, на сенокосах и пастбищах — на глубину гумусо-аккумулятивного горизонта, но не глубже 10 см.

Из точечных проб, отобранных с элементарного участка, составляют объединенную пробу.

Если в пределах элементарного участка располагаются несколько почвенных контуров, то объединенные пробы отбирают с преобладающего контура.

В зависимости от пестроты агрохимических показателей почв, выявленной по результатам предыдущего агрохимического обследования, каждую объединенную пробу составляют из 20–40 точечных. Масса объединенной пробы должна быть не менее 400 г.

Отобранные объединенные пробы вместе с этикеткой помещают в мешочки или коробки.

На этикетке объединенной пробы указывают наименование организации, проводящей обследование, область, район, хозяйство. Отмечают также номер объединенной пробы, дату отбора пробы, фамилию исполнителя и обозначение настоящего стандарта.

Номер объединенной пробы должен соответствовать номеру элементарного участка или номеру поля питомника.

Отобранные в течение дня объединенные пробы подсушивают в раскрытых мешочках или коробках в сухом проветриваемом помещении.

После завершения отбора объединенных проб в хозяйстве составляют сопроводительную ведомость в двух экземплярах и отправляют на анализ. Один экземпляр ведомости прилагают к пробам, второй остается у специалиста, проводящего агрохимическое обследование. В сопроводительной ведомости указывается вид тары, где перечисляются каждый ящик и мешок, число проб и номера проб.

Перечень методик количественного химического анализа почв и отходов представлен в табл. 5.

Таблица 5

Перечень методик, утвержденный ФГБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» (ФГБУ «ФЦАО»).
Часть II. Количественный химический анализ почв и отходов
(фрагмент)

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Разработчик
1	Методика выполнения измерения массовых концентраций ионов нитрита, нитрата, хлорида, фторида, сульфата и фосфата в пробах почв (в водорастворимой форме) методом ионной хроматографии (М 103). ПНД Ф 16.1.8-98 (издание 2008 г.)	№ 242/123-07	ФГБУ «ФЦАО»
2	Методика выполнения измерения содержания ртути в твердых объектах (почва, компосты, осадки сточных вод, пробы растительного происхождения) методом атомно-абсорбционной спектрометрии (метод «холодного пара»). ПНД Ф 16.1.2.3:3.10		
3	Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат 02»		

Продолжение табл. 5

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Разработчик
4	Методика выполнения измерений массовых долей металлов (железо, кадмий, алюминий, магний, марганец, медь, никель, кальций, хром, цинк) в пробах промышленных отходов (шлаков, шламов, металлургического производства) атомно-абсорбционным методом. ПНД Ф 16.3.242000 (издание 2015 г.)	№ 222.0014/ 01.00258/2015	ОАО «Кировский завод»
	Методика выполнения измерений водородного показателя рН твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.3302 (издание 2005 г.)	№ 2705	ООО НТФ
6	Методика измерений валового содержания серы в почвах, грунтах, донных отложениях и отходах турбидиметрическим методом. ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.372002 (издание 2011 г.)	№ 025/ 01.00301	2010/ 2011 ФГБУ «ФЦАО»
7	Методика измерений массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, твердых отходов, донных отложений, осадках сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием с использованием жидкостного хроматографа «Люмахром». ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3:3.392003 (издание 2012 г.)	№ 01.00225/205	ФГБУ «ФЦАО»
8	Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм тяжелых металлов и токсичных элементов (Cd, Pb, Cu, Zn, Bi, Tl, Ag, Fe, Se, Co, Ni, As, Sb, Hg, Mn) в почвах, грунтах, донных отложениях, осадках сточных вод методом инверсионной вольтамперометрии. ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3.46	06 № 1608	ЗАО «АКВИ- ЛОН»
9	Методика выполнения измерений массовой доли алюминия в почве, осадках сточных вод, шламах, отходах производств и потребления, активном иле очистных сооружений, донных отложениях фотометрическим	№ 223.1.03.03.148/ 2 008	ФГБУ «ФЦАО»

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Разработчик
	методом с алюминоном. ПНД Ф 16.1:2.3:2.2:3.5708		
10	Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм фосфат-ионов в почвах, грунтах, донных отложениях, отходах производства и потребления фотометрическим методом с аммонием молибденовокислым. ПНД Ф 16.1:2.2:3.5208	№ 223.1.03.03.41/20 08	ФГБУ «ФЦАО»
11	Методика выполнения измерений массовой доли нитритного азота в почвах, грунтах, донных отложениях, илах, отходах производства и потребления фотометрическим методом с реактивом Грисса. ПНД Ф 16.1:2.2:3.5108	№ 223.1.03.03.40/20	ФГБУ «ФЦАО»
12	Методика выполнения измерений массовой доли водорастворимых форм сульфат-ионов в почвах, илах, донных отложениях, отходах производства и потребления гравиметрическим методом. ПНД Ф 16.1:2.2:3.53-08	№ 223.1.03.03.42/20	«ФЦАО»
13	Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, отходов производства и потребления гравиметрическим методом. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.64-10	223.1.03.01.14/2010	ФГБУ «ФЦАО»
14	Методика выполнения измерений массовой доли азота нитратов в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, отходов производства и потребления фотометрическим методом с салициловой кислотой. ПНД Ф 16.1:2.2:3.6710	223.1.03.03.11/2010 ФР.1.31.2010.07601	ФГБУ «ФЦАО»
15	Методика измерений массовой доли бензина в почве, грунтах, донных отложениях, отходах производства и потребления газохроматографическим методом. ПНД Ф 16.1:2.2:3.75	2012 021/01.00301 2010/2012	ФГБУ «ФЦАО»

Продолжение табл. 5

№ варианта	Наименование	№ свидетельства	Разработчик
16	Методика измерений массовой доли общего фосфора в органических удобрениях, грунтах и осадках сточных вод фотометрическим методом (НДП 10.5.11511). ПНД Ф2012	16.2:2.3.73	ФГБУ «ФЦАО»
17	Методика измерений массовой доли нитрат-ионов в пробах почв, отходов от водоподготовки, обработки сточных вод и использования воды потенциометрическим методом. ПНД Ф 16.1:3.72-2012	224.0335/01.00258/2011	Федеральное бюджетное учреждение «ЦЛАТИ по Уральскому федеральному округу»
18	Методика измерений массовых долей металлов в осадках сточных вод, донных отложениях, образцах растительного происхождения спектральными методами. ПНД Ф 16.2:2.2.3.71-2011	222.0541/01.00258/2011	ЗАО «РОСА»
19	Методика выполнения измерений массовых долей полициклических ароматических углеводородов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.62-09	№ 223.1.03.11.45/20 07	ЗАО «РОСА»
20	Методика измерений массовых долей хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов в пробах почв, донных отложений, осадков сточных вод, отходов производства и потребления газохроматографическим методом с масс-селективным детектированием. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.61-09 (издание 2015 г.)	№ 88-16207-026-RA.RU.310657-2015	ЗАО «РОСА»
21	Методика выполнения измерений массовых долей полициклических ароматических углеводородов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.62-09	№ 223.1.03.11.45/20 07	ЗАО «РОСА»

Бланк выполнения практического задания 7

Таблица 7.1

Матрица методов и методик количественного
химического анализа почв

№ ва- рианта	Название методики	Метод	Назначение методики	Принципы метода

Таблица 7.2

Систематизация методик химического анализа почв
по методам анализа

№ ва- рианта	Метод анализа	Определяемые показатели	Методики

Тема 3.2. Современные методы анализа проб почвы

Практическое задание 8 Методы отбора проб почв для количественного химического анализа

Цели: получить практические навыки обобщения показателей почв, определяемых с применением методик количественного химического анализа и схематизации методик анализа по определяемым показателям; изучить методы отбора проб почв для количественного химического анализа.

Нормативные документы

ГОСТ 29269-91. Почвы. Общие требования к проведению анализов. Soils. General requirements for the fulfilment of analyses (ред. от 12.09.2018).

ГОСТ 4212-2016. Реактивы. Методы приготовления растворов для колориметрического и нефелометрического анализа (12.09.2018).

ГОСТ Р ИСО 11464-2015. Качество почвы. Предварительная подготовка проб для физико-химического анализа (ред. от 12.09.2018).

ГОСТ Р ИСО 14507-2015. Качество почвы. Предварительная подготовка проб для определения органических загрязняющих веществ (ред. от 12.09.2018).

Рекомендации по выполнению практического задания

1. Изучите перечень методик, утвержденный ФГБУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» (ФГБУ «ФЦАО»). Часть II. Количественный химический анализ почв и отходов (табл. 5 практического задания 7).
2. Выберите из табл. 5 практического задания 7 произвольно три варианта методик, различающихся по методам анализа.
3. Изучите содержание выбранных методик в интернет-режиме. На основе материалов нормативных документов заполнить табл. 8.1 бланка выполнения практического задания 8.
4. Изучите показатели почв и отходов, которые определяются с помощью методов количественного химического анализа почв по перечню методик (табл. 6 практического задания 7).

5. Сгруппируйте методики из перечня методик (табл. 5 практического задания 7) по измеряемым показателям. Заполните табл. 8.2 бланка выполнения практического задания 8. В каждой группе укажите три-пять методик анализа.

Бланк выполнения практического задания

Таблица 8.1

Методы отбора проб почв и расчет определяемых показателей

№ варианта	Методика	Отбор проб	Условия хранения	Расчетная формула определяемого показателя*

* Обозначения в формулах расписать с указанием единиц измерения. Например: V_1 – объем профильтрованной воды, мл.

Таблица 8.2

Обобщение методик количественного химического анализа почв по измеряемым показателям

№ варианта	Группы показателей	Методики анализа
	Физико-химические	
	Химические	
	Тяжелые металлы	
	Приоритетные загрязняющие вещества	
	Группа химических веществ, вызывающих органическое загрязнение почв	

Тема 3.3. Основные методы и методики количественного химического и санитарно-микробиологического анализа почвы

Практическое задание 9 Определение уровня химического и санитарно-эпидемиологического загрязнения почвенного покрова города

Цели: получить практические навыки расчета суммарного показателя химического загрязнения почвы города; оценить влияние химического загрязнения почвы на здоровье населения города; получить навыки оценки степени эпидемической опасности почвы.

Нормативные документы

ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик (ред. от 09.01.2019).

ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава (ред. от 09.01.2019).

ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.32-02 (ФР.1.31.2005.01763). Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений содержания сухого и прокаленного остатка в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом (ред. от 01.01.2018).

ПНД Ф 16.1:2.2.22-2005. Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методика выполнения измерений объемных долей водорода, кислорода, азота, метана, оксида и диоксида углерода в воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии.

ГОСТ 17.4.4.02-2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа (ред. от 01.01.2019).

ГОСТ 17.4.3.01-2017. Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб (ред. от 12.09.2018).

ГОСТ 26424-85. Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке (ред. 12.09.2018).

ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02-2017. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений значения водородного показателя (рН) твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом.

ГОСТ 23740-79-2016. Грунты. Методы определения содержания органических веществ (ред. 09.01.2019).

МУ № 1446-76. Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест (ред. от 01.02.2009).

Рекомендации по выполнению практического задания

1. Изучите теоретический материал о качественном состоянии почвы в данном практическом задании.
2. Выберите произвольно вариант задания из табл. 10 и занесите исходные концентрации загрязняющих веществ и санитарных показателей почвы в табл. 9.1 бланка выполнения практического задания 9.
3. По выбранному варианту произведите расчет коэффициента концентрации по каждому загрязняющему веществу.

HS	HCO ₃	Cl	SO ₄	Zn	NH ₃

4. Полученные коэффициенты занесите в табл. 9.1 бланка выполнения практического задания 9. Фоновые концентрации веществ для расчета взять в табл. 8.
5. По полученным расчетным данным сделайте вывод о состоянии почвенного покрова города по критерию, а именно – ответьте на вопрос, какой из загрязнителей вносит наибольший вклад в загрязнение городской почвы. Результаты расчетов и вывод занесите в табл. 9.1 бланка выполнения практического задания 9.
6. Рассчитайте суммарный показатель загрязнения почвы Z_C . По полученным расчетным данным и на основе табл. 7 сделайте вывод о состоянии почвенного покрова города по критерию воздействия на здоровье населения города. Результаты расчетов и вывод занесите в табл. 9.1 бланка выполнения практического задания 9.

7. На основе табл. 9 сделайте вывод о степени эпидемической опасности почвы. Вывод занесите в табл. 9.1 бланка выполнения практического задания 9.
8. Изучите основные показатели и характеристики качественного состояния почвенного покрова (теоретический материал к практическому заданию 9). Занесите в табл. 9.2 бланка выполнения практического задания 9.

Теоретический материал

Санитарно-микробиологический анализ почвы

В МУ № 1446-76 «Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы» и МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» (ред. от 01.02.2009) приведен полный набор методов определения микробиологических показателей, использование которых позволяет дать комплексную санитарно-микробиологическую оценку почвенного покрова. Изучение состояния почвенного биоценоза по этим показателям и дополнительно по ряду групп и видов почвенной микрофлоры позволяет более глубоко определять изменения в почве, происходящие в результате бактериального, органического и химического загрязнений.

Определение количества бактерий группы кишечных палочек

Прямой поверхностный посев на агаризованные питательные среды для учета кишечных палочек в почве. При анализе загрязненных и сильнозагрязненных почв, отобранных в местах интенсивного фекального загрязнения, рекомендуется проводить прямой поверхностный посев почвенной суспензии в количестве 0,1 или 0,05 мл на поверхность среды Эндо обычным способом. Среда Эндо заранее разливается в чашке Петри и подсушивается в сушильном шкафу при температуре 50–60 °С до образования так называемой «муаровой» пленки. Возможно подсушивание чашек Петри со средой Эндо путем постепенного высушивания их при комнатной температуре. В этом случае чашки со средой Эндо оставляют на сутки на рабочем столе в положении «крышкой вниз», прикрыв их от света. Посев при анализах сравнительно чистых почв производится из разведений от 1:10 до 1:1000. При работе с загрязненными почвами обычно используют разведения до 1:1000000. Посевы выращивают в термостате при 37 °С в течение 24 часов. Следующий этап исследо-

ваний заключается в идентификации выросших микроорганизмов. Результаты анализа выражают в коли-титре или коли-индексе.

Определение в почве общего количества бактерий

Для характеристики в почве общего микробного загрязнения фекального происхождения используют определение численности микроорганизмов, преимущественно бактерий, растущих на мясопептонном агаре при 37 °С. При этом производят посев почвенных разведений в 1,5 % мясопептонный агар (возможно использование питательного агара дагестанского производства). Из каждой пробы почвы должно быть использовано для посева не менее двух различных разведений в зависимости от степени предполагаемого загрязнения исследуемой почвы. Перед посевом каждое разведение тщательно перемешивают стерильной пипеткой, после чего берут 1 мл суспензии и переносят на дно стерильной чашки. Из каждого разведения посев производят минимум на 2 параллельные чашки. Затем в каждую чашку вливают предварительно расплавленный и остуженный до 45 °С питательный агар в количестве 15–20 мл. Чашки Петри с расплавленным агаром хорошо перемешивают с имеющейся там почвенной суспензией, осторожно наклоняя чашки во все стороны. Затем чашки помещают на строго горизонтальную поверхность до затвердевания среды. На чашке должна быть сделана надпись с указанием номера или названия пробы и разведения. После застывания агара чашки с посевом помещают в термостат в перевернутом виде (крышкой вниз) при температуре 37 °С на 24 часа.

После инкубации подсчитывают выросшие колонии и проводят пересчет на 1 г абсолютно сухой почвы.

Определение *Clostridium perfringens* в почве

Посев почвенных разведений в среде Вильсона – Блера. Из всех приготовленных почвенных разведений (до 1:1000000) по 1 мл переносится в два параллельных ряда пробирок. Один ряд пробирок прогревают при температуре 80 °С в течение 15 минут или при 90 °С – 10 минут. Затем во все пробирки наливают по 9–10 мл среды Вильсона – Блера. Инкубация посевов производится при 37 °С или 43 °С в течение 24 часов. Учет можно производить и несколько раньше, так как санитарно-показательные клостридии, преимущественно *Clostridium perfringens*, через несколько часов образуют колонии

черного цвета. Наличие в мазках, приготовленных из этих колоний, характерных грамположительных палочек указывает на наличие *Clostridium perfringens*.

Определение термофильных бактерий

При выявлении степени фекального загрязнения почвы целесообразно провести определение в ней количества термофильных микроорганизмов. Как известно, последние несвойственны незагрязненным почвам. В почву термофилы попадают вместе с органическими удобрениями (навоз, компосты, термы). Сточные жидкости, фекалии и свежий навоз богаты кишечной палочкой, но бедны термофилами. Поэтому если почва содержит много кишечных палочек и много термофилов, то, очевидно, она была удобрена навозом и компостами. Почвы, показывающие высокое содержание кишечных палочек и бедные термофилами, можно считать фекально загрязненными.

Учет термофильных сапрофитных микроорганизмов производят на мясопептонном агаре, который следует разливать более толстым слоем, чем обычно. Посев производят из разведений 1:10–1:1000000 на 2–3 параллельные чашки Петри. Учет производят через 24 часа инкубации аналогично, как и при определении общего количества бактерий в грамме почвы.

Определение в почве нитрифицирующих бактерий

Нитрифицирующие бактерии завершают цикл превращения в почве азотсодержащих соединений, окисляя аммиак до нитритов и нитратов. Поэтому численность этих микроорганизмов довольно четко указывает на степень органического загрязнения, скорость и окончание распада органики в почве. Применяется для этих целей минеральная среда Виноградского.

Производят посев почвенных разведений, приготовленных обычным способом, во флаконы со средой, разлитой тонким слоем. В опыт рекомендуется включать два незараженных флакона со средой, служащих контролем на чистоту среды. Посевы инкубируют при 28 °С в течение 14–15 суток.

При развитии нитрифицирующих бактерий в среде постепенно появляются азотистая и азотная кислоты. Образование окисных соединений азота рекомендуется проверять на 5–7 день после засева

и вторично — на 14–15 день. Титр нитрифицирующих бактерий чаще всего устанавливают с помощью качественной пробы с дифениламином. В присутствии азотистой и азотной кислот этот реактив дает синее окрашивание. Появление синего окрашивания указывает на присутствие в среде нитратов, как результат размножения нитрифицирующих бактерий. Среда контрольных флаконов не должна давать изменение окраски.

Определение общей численности почвенных сапрофитных микроорганизмов

Напряженность микробиологических процессов почвы коррелятивно связана с размножением и активностью всей совокупности почвенных сапрофитных микроорганизмов. Существует несколько методов определения численности почвенных сапрофитов: посев почвы на питательные среды, прямая и электронная микроскопия. Практически применяется обычно первый метод, который мы и рассмотрим.

Определение общей численности почвенных микроорганизмов на питательных средах. Для более полного учета общей численности сапрофитных микроорганизмов этим методом рекомендуется проводить диспергирование и десорбцию клеток с поверхности почвенных частиц следующим способом. Навеску почвы, используемую для приготовления первого разведения, доводят путем добавления небольшого количества стерильной водопроводной воды до пастообразного состояния. После этого почва в пастообразном состоянии растирается в течение 5 мин. Затем готовят первое разведение (1:10) почвы на стерильной водопроводной воде, и почвенная суспензия охлаждается при $-5-7^{\circ}\text{C}$ в течение 20–30 мин.

Посев производится на поверхности почвенного агара, разлитого в чашки Петри. Термостатирование засеянных чашек ведется при $28-30^{\circ}\text{C}$ в течение 72 часов. Учет анализа и расчет общей численности почвенных микроорганизмов производятся, как и при определении общего количества бактерий.

Определение общего числа и процента почвенных бацилл

Этот показатель является индикатором глубины минерализации органического субстрата. В чистых почвах, с окончившимся процессом самоочищения, число бацилл относительно общей микробной

обсемененности достигает 20–50 %, в загрязненных сохраняется в пределах до 20 %.

Для учета бациллярных форм микроорганизмов используются те же почвенные разведения, что и для определения общей численности, предварительно прогретые при 80 °С в течение 15 минут. Посев может производиться на поверхность среды, состоящей из 50 % суслу и 50 % мясопептонного агара (рН 7,0–7,2), на поверхность агара Сабуро или почвенного агара. Термостатирование и учет производятся аналогично, как и при учете общей численности микроорганизмов.

Определение количества грибов и актиномицетов в почве

Актиномицетам и грибам принадлежит большая роль в превращении широкого круга органических и минеральных веществ.

Для учета почвенных актиномицетов и грибов используются те же разведения почвенной суспензии, что и при учете общей численности микроорганизмов, те же методы посева и учета. Как правило, для учета почвенных грибов используют разведения почвенной суспензии 1:10–1:100, а при учете актиномицетов – 1:100–1:10000. Посев производят поверхностным способом, нанося на агаризованные среды 0,1–0,05 мл суспензий. Для учета актиномицетов используется чаще всего крахмалоаммиачный агар или агар Ваксмана, при учете грибов – сусло-агар или минеральная среда Чапека. При учете грибов используют добавление в среду веществ, ингибирующих рост бактерий, например концентрированной молочной кислоты, в количестве 4 мл на 1 л среды. Прибавление такого количества кислоты доводит рН среды до 4,0–4,5. Кислота добавляется непосредственно перед посевом в расплавленную среду. Поскольку прибавляют концентрированные кислоты, то их предварительно не стерилизуют.

Определение аммонификаторов в почве

Аммонифицирующие микроорганизмы принимают участие в расщеплении белковых соединений до аммиака. Их учитывают на мясопептонном агаре, а при необходимости – на жидких пептонных средах (мясопептонный бульон, пептонная вода) с индикаторными бумажками, открывающими аммиак. Для определения выделяющегося аммиака над средой в пробирке подвешивают красную лакмусовую бумажку (при выделении аммиака она синееет) или

полоски фильтровальной бумаги, пропитанные реактивом Круппа (от аммиака краснеют). При выращивании почвенных суспензий на мясопептонном агаре результаты выражают в количестве бактерий на 1 г почвы. При определении этого показателя в жидких средах определяют титр аммонифицирующих микроорганизмов по последней пробирке, в которой еще обнаруживается аммиак (на 10-е сутки) после термостатирования при температуре 25–30 °С.

В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» (ред. от 25.04.2007), к качеству почвы различных территорий в зависимости от их функционального назначения и использования предъявляются определенные требования. В почвах городских и сельских поселений и сельскохозяйственных угодий содержание потенциально опасных для человека химических и биологических веществ, биологических и микробиологических организмов в почвах на разной глубине, а также уровень радиационного фона не должны превышать предельно допустимые концентрации (уровни), установленные санитарными правилами и гигиеническими нормативами.

Гигиенические требования к качеству почв устанавливаются с учетом их специфики, почвенно-климатических особенностей населенных мест, фонового содержания химических соединений и элементов.

Требования к почвам населенных мест определяются в зависимости от приоритетности компонентов загрязнения, в соответствии со списком предельно допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве, и их класса опасности согласно государственному стандарту (табл. 6).

Таблица 6

Классы опасности химических загрязняющих веществ

Класс опасности	Химическое загрязняющее вещество
1	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, фтор, 3,4-бенз(а)пирен
2	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
3	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

Стандартный перечень химических показателей включает определение:

- содержания тяжелых металлов: свинец, кадмий, цинк, медь, никель, мышьяк, ртуть;
- 3,4-бенз(а)пирена и нефтепродуктов;
- рН – кислотности среды ($\text{pH} > 7$ – среда щелочная, $\text{pH} < 7$ – среда кислая, $\text{pH} = 7$ – среда нейтральная);
- суммарного показателя загрязнения.

Геохимический фон – среднее содержание химического элемента в почвах по данным изучения статистических параметров его распределения. Геохимический фон является региональной или местной характеристикой почв и пород.

Геохимическая аномалия – участок территории, в пределах которого статистические параметры распределения химического элемента достоверно отличаются от фона.

Зона загрязнения – геохимическая аномалия, в пределах которой содержание загрязняющих веществ достигает концентраций, оказывающих неблагоприятное влияние на здоровье человека.

Уровень загрязнения характеризуется величиной коэффициента концентрации K_{C_i} :

$$K_{C_i} = \frac{C_i}{C_{\text{фи}}},$$

где C_i – концентрация загрязняющего вещества в почве; $C_{\text{фи}}$ – его фоновая концентрация, мг/кг почвы.

Загрязнение обычно бывает полиэлементным, и для его оценки рассчитывают суммарный показатель загрязнения, представляющий собой аддитивную сумму превышений коэффициентов концентраций над фоновым уровнем:

$$Z_C = \sum_{i=1}^n K_{C_i} - (n-1),$$

где K_{C_i} – коэффициент концентрации элемента; n – число элементов с $K_C > 1$.

Величину суммарного показателя загрязнения почв используют для оценки уровня опасности загрязнения территории города (табл. 7).

Таблица 7

Значения суммарного показателя химического загрязнения почвы

Суммарный показатель загрязнения, Z_c	Уровень опасности для здоровья населения
До 16	Допустимый
От 32 до 128	Опасный
Более 128	Чрезвычайно опасный

Для расчета суммарного показателя химического загрязнения почвы необходимо использовать $C_{\phi i}$ – фоновые концентрации, мг/кг почвы (табл. 8).

Таблица 8

Фоновые концентрации загрязняющих веществ для расчёта суммарного показателя загрязнения, мг/кг

Вещество	Фоновая концентрация ($C_{\phi i}$ – мг/кг)
Гидрокарбонаты (HCO_3)	510
Хлориды (Cl)	19,9
Аммоний (NH_3)	11
Сульфаты (SO_4)	45
Гидросульфиды (HS)	107
Цинк (Zn)	33

По степени опасности в санитарно-эпидемиологическом отношении почвы населенных мест могут быть разделены на следующие категории по уровню загрязнения: чистая, допустимая, умеренно опасная, опасная и чрезвычайно опасная. Требования к почвам по химическим и эпидемиологическим показателям представлены в табл. 9.

Таблица 9

Оценка степени эпидемической опасности почвы

Категория загрязнения почв	Индекс БГКП	Индекс энтерококков	Патогенные бактерии, в том числе сальмонеллы	Яйца геогельминтов, экз./кг	Личинки (Ли), куколки (К) мух, экз. в почве площадью 20×20 см
Чистая	1–10	1–10	0	0	0
Умеренно опасная	10–100	10–100	0	до 10	Л – до 10 К – отс.
Опасная	100–1000	100–1000	0	до 100	Л – до 100 К – до 10
Чрезвычайно опасная	1000 и выше	1000 и выше	0	>100	Л > 100 К > 10

Данные о концентрации химических и санитарно-эпидемиологических показателей в почвенном покрове города представлены в табл. 10.

Таблица 10

Концентрация химических и санитарно-эпидемиологических показателей в почвенном покрове города

Вариант	Химический показатель, мг/кг						Санитарный показатель	
	HS	HCO ₃	Cl	SO ₄	Zn	NH ₃	Индекс БГКП	Индекс энтерококков
1	0,69	0,21	32,4	0,01	0,002	0,7	1	0
2	0,64	1,3	25,5	1,2	63,3	10,0	2	0
3	0,59	1,4	45,6	65,2	2,5	12,5	3	0
4	0,67	520,6	10,8	1,5	21,2	25,2	4	0
5	0,65	25,6	112,3	64,2	96,0	17,5	5	0
6	0,54	2,6	65,2	18,9	15,2	15,6	6	0
7	0,75	516,3	25,6	54,5	65,5	17,4	15	0

Продолжение табл. 10

Вариант	Химический показатель, мг/кг						Санитарный показатель	
	HS	HCO ₃	Cl	SO ₄	Zn	NH ₃	Индекс БГКП	Индекс энтерококков
8	0,63	52,3	69,5	12,3	56,3	52,5	34	0
9	0,59	518,5	18,8	1,5	0,001	12,5	66	1
10	0,64	365,2	65,2	10,5	25,6	25,2	78	1
11	0,62	89,6	16,5	12,1	25,6	17,5	90	2
12	0,57	56,2	45,2	33,2	56,2	16,2	1	0
13	0,58	0,21	7,3	0,005	17,6	12,3	2	0
14	0,64	1,2	13,6	3,6	22,6	15,2	4	0
15	0,59	2,8	42,8	36,2	1,9	2,6	6	0
16	0,65	650,0	12,6	2,3	42,0	10,5	2	0
17	0,48	30,9	108,2	35,6	15,2	12,2	3	0
18	0,62	13,8	35,9	28,5	15,6	10,5	4	0
19	0,71	319,6	30,2	62,5	3,2	0,5	1	0
20	0,67	69,0	58,5	12,0	63,3	17,5	6	1
21	0,61	540,2	10,6	2,3	2,5	15,6	7	1
22	0,58	590,5	35,8	12,5	21,2	17,4	45	1
23	0,46	98,5	22,5	10,4	96,0	52,5	32	1
24	0,67	182,5	56,5	39,1	15,2	12,5	12	1
25	0,56	365,2	7,3	33,2	65,5	25,2	17	1
26	0,57	89,6	13,6	0,005	56,3	17,5	56	1
27	0,63	56,2	42,8	3,6	0,001	16,2	87	2
28	0,84	0,21	12,6	36,2	25,6	19,9	100	2
29	0,71	1,2	108,2	2,3	25,6	65,6	32	0
30	0,49	2,8	35,9	35,6	56,2	15,3	134	2

Окончание табл. 10

Ва- ри- ант	Химический показатель, мг/кг						Санитарный показатель	
	HS	HCO ₃	Cl	SO ₄	Zn	NH ₃	Индекс БГКП	Индекс энтеро- кокков
31	0,62	650,0	30,2	28,5	17,6	19,8	33	1
32	0,56	30,9	58,5	62,5	22,6	3,0	42	1
33	0,75	13,8	10,6	12,0	1,9	16,6	1	0
34	0,63	319,6	35,8	2,3	42,0	12,6	0,5	0
35	0,48	69,0	22,5	12,5	15,2	32,6	1	0
36	0,56	540,2	56,5	10,4	15,6	12,7	19	0
37	0,52	590,5	112,3	39,1	56,2	12,5	13	0
38	0,75	98,5	65,2	65,2	17,6	25,2	16	1
39	0,65	182,5	25,6	1,5	22,6	17,5	88	1
40	0,84	0,21	69,5	64,2	1,9	16,2	45	0,5
41	0,65	1,3	18,8	18,9	42,0	17,2	65	1
42	0,47	1,4	65,2	54,5	15,2	40,2	34	0
43	0,35	520,6	16,5	12,3	15,6	19,9	23	0
44	0,51	25,6	45,2	1,5	3,2	65,6	14	0
45	0,64	2,6	7,3	10,5	69,1	15,3	42	0
46	0,72	516,3	13,6	12,1	39,0	19,8	34	0
47	0,52	52,3	42,8	33,2	46,5	3,0	2	0
48	0,51	518,5	12,6	0,005	24,2	16,6	6	0
49	0,65	365,2	108,2	3,6	18,6	12,6	9	0
50	0,45	89,6	25,6	11,6	12,5	32,6	60	1

Бланк выполнения практического задания 9

Таблица 9.1

Химические показатели почвы города

Вариант	Химические показатели в почвенном покрове					
№	HS	HCO ₃	Cl	SO ₄	Zn	NH ₃
K_{Ci}						
Вывод по критерию K_{Ci} о наибольшем вкладе в загрязнение почвы	$Z_c =$					
Вывод по критерию Z_c об уровне химического загрязнения почвы для населения						
Санитарные показатели	Индекс БГКП			Индекс энтерококков		
Оценка степени эпидемического загрязнения почвы						

Таблица 9.2

Показатели качественного состояния почвенного покрова

№ п/п	Показатель	Содержание/определение показателя
1	Стандартный перечень химических показателей почвы	
2	Фоновая концентрация вещества C_{ϕ} , загрязняющих веществ	
3	K_{Ci}	
4	Z_c	
5	Классы опасности химических загрязняющих веществ в почве	
6	Геохимический фон	
7	Индекс БГКП	
8	Категории санитарного загрязнения почв	
9	Уровень опасности химического загрязнения почв для здоровья населения	

Контрольные вопросы по модулю 3

1. Назовите основной документ, устанавливающий общие требования к отбору и анализу проб почвы.
2. Назовите общие требования к отбору проб почвы.
3. С какой целью проводится отбор проб почвы?
4. Какое оборудование применяют для отбора проб почвы?
5. Назовите основные вещества, определяемые в почве.
6. Какие показатели определяют при санитарно-гигиеническом анализе почвы?
7. Назовите стандартный перечень химических показателей почвы.
8. Каким методом определяют содержание органического вещества в почве?
9. Каким методом определяют содержание нефтепродуктов в почве?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В предлагаемом учебно-методическом пособии рассмотрены основные методические положения отбора и анализа проб, даны практические рекомендации по изучению дисциплины.

Для успешного контроля состояния окружающей среды, проведения природоохранных мероприятий необходима объективная оценка параметров среды. Объективно оценить количественное и качественное развитие процессов, происходящих в природных, городских, антропогенных и техногенных экосистемах, возможно только с применением современных научно обоснованных методов оценки состояния окружающей среды. Важные задачи экоаналитического контроля состояния окружающей среды обусловили создание унифицированных методик химического анализа, инструментального и дистанционного анализа.

В данном учебном курсе изучаются законодательная методологическая база, основные современные методики отбора и анализа проб атмосферного воздуха, воды и почвы, утвержденные ФГБУ «ФЦАО», предлагается знакомство с оборудованием, необходимым для отбора проб, приборно-инструментальной базой количественного химического анализа и санитарного анализа окружающей среды.

Реализация полученных знаний и навыков даст возможность целесообразного освоения математических аналитических методов проведения статистической обработки полученных результатов, создания информационных баз данных с целью получения прогнозов экологического состояния окружающей среды.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Назовите основной документ, устанавливающий общие требования к отбору и анализу проб воды.
2. Назовите основной документ, устанавливающий общие требования к отбору и анализу проб атмосферного воздуха.
3. Назовите основной документ, устанавливающий общие требования к отбору и анализу проб почвы.
4. С какой целью проводится отбор проб воды, воздуха и почвы?
5. Назовите общие требования к отбору проб воды.
6. Назовите общие требования к отбору проб атмосферного воздуха.
7. Назовите общие требования к отбору проб почвы.
8. Какое оборудование применяют для отбора проб воды?
9. Какое оборудование применяют для отбора проб атмосферного воздуха?
10. Какое оборудование применяют для отбора проб почвы?
11. Какие требования предъявляются к оборудованию отбора проб воды?
12. Какие требования предъявляются к оборудованию отбора проб атмосферного воздуха?
13. Какие требования предъявляются к оборудованию отбора проб почвы?
14. Назовите основные этапы подготовки проб воды к хранению.
15. В каких случаях применяют консервацию и замораживание проб?
16. С учетом каких показателей воды рекомендуются методы отбора, консервации и хранения проб воды?
17. Назовите основные требования к оформлению результатов отбора проб.
18. Назовите типы отбора проб воды.
19. С какой целью используют батометры?
20. Что такое репрезентативная проба воды?
21. Какие установлены типы воды для анализов?
22. Что такое СПАВ и ХПК?
23. Для какой цели применяют фотоколориметры?

24. Дайте характеристику ИК-спектрометрическому методу анализа воды.
25. Дайте характеристику титриметрическому анализу, или титрованию.
26. Назовите основные методики определения физико-химических показателей воды.
27. Назовите методики для определения нефтепродуктов в воде.
28. Какой документ устанавливает методы санитарно-микробиологического и санитарно-паразитологического контроля качества воды?
29. Какие основные микробиологические показатели определяют при контроле качества воды?
30. Какой установлен документ по контролю загрязнения атмосферы?
31. Назовите общие требования к организации наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы.
32. Какие установлены категории постов наблюдений за качеством воздуха?
33. Какие четыре программы разработаны для регулярных наблюдений за качеством воздуха на стационарных постах?
34. Какая устанавливается высота и продолжительность отбора проб воздуха?
35. Какие приборы применяют для отбора проб воздуха?
36. Какие вещества, содержащиеся в атмосферном воздухе, определяют методом газовой хроматографии?
37. Назовите способы отбора проб воздуха.
38. На чем основаны аспирационные способы отбора проб воздуха?
39. В каких случаях производят отбор воздуха в сосуды?
40. В каком документе представлены основные методы, применяемые для анализа воздуха?
41. Назовите основные вещества, определяемые в воздухе.
42. В каком документе установлены общие требования к отбору проб почвы?
43. Назовите общие требования к отбору проб почвы.
44. Назовите классификацию методов анализа почв.

45. Назовите современные инструментальные методы физико-химического анализа.
46. Какие показатели определяют при санитарно-гигиеническом анализе?
47. С какой целью применяется показатель БГКП?
48. Что такое аликвота пробы?
49. На каком принципе основан нефелометрический метод определения концентрации вещества?
50. Для чего применяется питательный агар? В каких методах он используется?
51. На чем основан алкалометрический метод?
52. В каких случаях применяется титриметрический метод?
53. Что такое декантация?
54. Какой показатель определяют с помощью измерительного прибора ОхiТор?
55. Что такое ФЭК? На каком принципе работает этот прибор?
56. Назовите стандартный перечень химических показателей почвы.
57. Дайте определение понятия «показатель БПК». С какой целью определяют БПК?
58. Концентрацию каких веществ в воде определяют гравиметрическим методом?
59. Что определяет показатель радиационной безопасности воды?
60. Каким методом можно определить содержание органического вещества в воде и в почве?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российская Федерация. Законы. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения : Федеральный закон № 52-ФЗ : (с изменениями на 2 июля 2021 года) : принят Государственной Думой 12 марта 1999 года : одобрен Советом Федерации 17 марта 1999 года // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт] / АО «Кодекс». — URL: docs.cntd.ru/document/901729631 (дата обращения: 10.06.2022).
2. ГОСТ 31861–2012. Вода. Общие требования к отбору проб : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 15 ноября 2012 года № 42) : введен впервые : дата введения 2014-01-01 / подготовлен: ООО «Протектор», ЗАО «Центр исследования и контроля воды». — Москва : Стандартинформ, 2019. — IV, 31, [1] с.
3. ГОСТ 32220–2013. Вода питьевая, расфасованная в емкости. Общие технические условия : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 14 ноября 2013 г. № 44) : введен впервые : дата введения 2015-07-01 / подготовлен: ООО «Протектор», ФГБУ «Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина». — Москва : Стандартинформ, 2019. — III, 15, [1] с.
4. ГОСТ 17.1.5.05–85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков : межгосударственный стандарт : введен постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 25 марта 1985 года № 774 : дата введения 1986-07-01 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт] / АО «Кодекс». — URL: docs.cntd.ru/document/1200008297 (дата обращения: 10.06.2022).
5. ГОСТ Р 56237–2014 (ИСО 5667-5:2006). Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие

- Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 ноября 2014 года № 1628-ст : введен впервые : дата введения 2016-01-01 / разработан: ООО «Протектор» [и др.]. – Москва : Стандартинформ, 2019. – III, 23, [1] с.
6. ГОСТ 17.2.3.01–86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов : межгосударственный стандарт : издание официальное : введен Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 10 ноября 1986 года № 3395 : дата введения 1987-01-01. – Переиздание. – Москва : Стандартинформ, 2005. – 3 с.
 7. ГОСТ Р 8.563–2009. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 года № 1253-ст : взамен ГОСТ Р 8.563–96 : дата введения 2010-04-15 / разработан: ФГУП «ВНИИМС». – Москва : Стандартинформ, 2019. – IV, 15 с.
 8. ГОСТ 5180–2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22 июля 2015 года № 78-П) : взамен ГОСТ 5180–84 : дата введения 2016-04-01 / разработан: ОАО «ПНИИИС». – Москва : Стандартинформ, 2019. – III, 19, [1] с.
 9. ГОСТ Р 58595–2019. Почвы. Отбор проб : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 октября 2019 г. № 954-ст : взамен ГОСТ 28168–89 : дата введения 2020-01-01 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт] / АО «Кодекс». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200168814> (дата обращения: 10.06.2022).
 10. ГОСТ 29269–91. Почвы. Общие требования к проведению анализов : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие постановлением Комитета стан-

- дартизации и метрологии СССР от 29 декабря 1991 года № 2389 : введен впервые : дата введения 1993-07-01 / разработан и внесен Всесоюзным производственно-научным объединением «Союзсельхозхимия». — Москва : Стандартиформ, 2005. — 3 с.
11. ГОСТ 4212—2016. Реактивы. Методы приготовления растворов для колориметрического и нефелометрического анализа : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 28 июня 2016 года № 49) : взамен ГОСТ 4212—76 : дата введения 2018-01-01 / разработан: ФГУП «ВНИИ СМТ». — Москва : Стандартиформ, 2019. — III, 27, [1] с.
 12. ГОСТ ISO 11464—2015. Качество почвы. Предварительная подготовка проб для физико-химического анализа : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 29 мая 2015 года № 77-П) : введен впервые : дата введения 2016-07-01 / подготовлен: ОАО «ВНИИС», ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». — Москва : Стандартиформ, 2019. — IV, 11 с.
 13. ГОСТ ISO 14507—2015. Качество почвы. Предварительная подготовка проб для определения органических загрязняющих веществ : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 18 июня 2015 года № 47-П) : введен впервые : дата введения 2017-01-01 / подготовлен: ОАО «ВНИИС», ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». — Москва : Стандартиформ, 2019. — IV, 15 с.
 14. ГОСТ 12536—2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 5 декабря 2014 года № 46) : взамен ГОСТ 12536—79 : дата введения 2015-07-01 / разработан: ОАО «ПНИИИС». — Москва : Стандартиформ, 2019. — III, 19 с.
 15. ГОСТ 17.4.3.01—2017. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стан-

- дартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 ноября 2017 года № 52) : взамен ГОСТ 17.4.3.01–83 : дата введения 2019-01-01 / разработан: Ассоциация «НП КИЦ СНГ». – Москва : Стандартинформ, 2018. – IV, [1], 3, [1] с.
16. ГОСТ 17.4.4.02–2017. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 ноября 2017 года № 52) : взамен ГОСТ 17.4.4.02–84 : дата введения 2019-01-01 / разработан: Ассоциация «НП КИЦ СНГ». – Москва : Стандартинформ, 2018. – II, [1], 9, [1] с.
17. ГОСТ 26424–85. Почвы. Метод определения ионов карбоната и бикарбоната в водной вытяжке : государственный стандарт Союза ССР : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 8 февраля 1985 года № 283 : дата введения 1986-01-01 / разработан: Министрство сельского хозяйства СССР // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт] / АО «Кодекс». – URL: docs.cntd.ru/document/1200023485 (дата обращения: 25.05.2022).
18. ГОСТ 23740–2016. Грунты. Методы определения содержания органических веществ : межгосударственный стандарт : издание официальное : принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 25 октября 2016 года № 92-П) : взамен ГОСТ 23740–79 : дата введения 2017-07-01 / разработан: ООО «Геологический центр СПбГУ» [и др.]. – Москва : Стандартинформ, 2019. – II, 9 с.
19. СП 2.5.3650-20. Санитарно-эпидемиологические требования к отдельным видам транспорта и объектам транспортной инфраструктуры : санитарно-эпидемиологические правила : утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 16 октября 2020 года № 30 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт] / АО «Кодекс». – URL: docs.cntd.ru/document/566406892 (дата обращения: 19.07.2022).

20. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий : санитарные правила и нормы : с изменениями и дополнениями от 14 февраля 2022 года : утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 3 // ГАРАНТ.РУ : портал. — URL: base.garant.ru/400289764/#friends (дата обращения: 19.07.2022).
21. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : санитарные правила и нормы : утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 2 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : [сайт] / АО «Кодекс». — URL: docs.cntd.ru/document/573500115 (дата обращения: 19.07.2022).
22. МУ 2.1.4.2899-11. Организация внутреннего контроля качества санитарно-микробиологических исследований воды : методические указания : Изменение 1 к МУ 2.1.4.1057-01 : утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации : введены впервые : дата введения 2011-07-12 / разработаны: ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора [и др.] // Библиотека нормативной документации : [сайт]. — URL: files.stroyinf.ru/Data2/0/4294804/4294804195.pdf (дата обращения: 10.06.2022).
23. МУ 1446-76. Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы : утверждены заместителем Главного государственного санитарного врача СССР 4 августа 1976 года № 1446-76 // Библиотека нормативной документации : [сайт]. — URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293829/4293829063.htm (дата обращения: 10.06.2022).

24. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест : методические указания : утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 7 февраля 1999 года : введены впервые : дата введения 1999-04-05 / разработаны: НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН [и др.] // Библиотека нормативной документации : [сайт]. — URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4294849/4294849837.htm (дата обращения: 10.06.2022).
25. МУК 4.2.1018-01. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды : методические указания : (редакция от 01 марта 2021 года) : утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 9 февраля 2001 года : введены впервые : дата введения 2001-07-01 / разработаны: НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН [и др.] // КонсультантПлюс : справочная правовая система. — URL: www.consultant.ru/ (дата обращения: 10.06.2022).
26. МУК 4.2.1884-04. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов : методические указания : (редакция от 15 декабря 2021 года) : утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 3 марта 2004 года : взамен МУ 2285-81 : дата введения 2004-03-03 / разработаны: НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН [и др.] // КонсультантПлюс : справочная правовая система. — URL: www.consultant.ru/ (дата обращения: 14.06.2022).
27. МУК 4.2.2793-10. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов : методические указания : Изменения 1 к МУК 4.2.1884-04 : утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 23 декабря 2010 года : введены впервые : дата введения 2010-12-23 / разработаны: ФГУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, ГОУ ВПО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова // КонсультантПлюс : справочная правовая система. — URL: www.consultant.ru/ (дата обращения: 14.06.2022).

28. МУК 4.2.3691-21. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Изменения № 2 в МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов» : методические указания : утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 1 марта 2021 года // КонсультантПлюс : справочная правовая система. — URL: www.consultant.ru/ (дата обращения: 14.06.2022).
29. МУК 4.2.1089-02. Использование установки обеззараживания воздуха УОВ «Поток 150-М-01» и контроль микробной обсемененности воздуха при ее работе : методические указания : утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 4 января 2002 года : введены впервые : дата введения 2002-03-01 / разработаны: Федеральным центром госсанэпиднадзора Минздрава [и др.] // КонсультантПлюс : справочная правовая система. — URL: www.consultant.ru/ (дата обращения: 14.06.2022).
30. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97. Количественный химический анализ вод. Методика измерений рН проб вод потенциметрическим методом : утверждена Федеральным центром анализа и оценки техногенного воздействия 28 февраля 2018 года : взамен ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97 (издание 2004 года) / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования // Библиотека нормативной документации : [сайт]. — URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293734/4293734972.htm (дата обращения: 14.06.2022).
31. ПНД Ф 14.1:2:3.98-97. Количественный химический анализ вод. Методика измерений общей жесткости в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом : утверждена Федеральным центром анализа и оценки техногенного воздействия 1 сентября 2016 года : взамен ПНД Ф 14.1:2.98-97 : дата введения 2016-12-01 / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования // Библиотека нормативной документации : [сайт]. — URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293751/4293751546.pdf (дата обращения: 14.06.2022).

32. ПНД Ф 14.1:2:4.5-95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, поверхностных и сточных водах методом ИК-спектрометрии : утверждена Федеральным центром анализа и оценки техногенного воздействия 23 марта 2011 года / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования // Библиотека нормативной документации : [сайт]. – URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293808/4293808609.pdf (дата обращения: 14.06.2022).
33. ПНД Ф 14.1:2:4.207-04. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений цветности питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом : утверждена Федеральным научно-методическим центром анализа и мониторинга окружающей среды МПР России 25 июля 2004 года / Министерство природных ресурсов Российской Федерации // Библиотека нормативной документации : [сайт]. – URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850908.pdf (дата обращения: 14.06.2022).
34. ПНД Ф 14.1:2:3:4.240-2007 (ФР.1.31.2007.03815). Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации сульфат-ионов в питьевых, поверхностных, подземных и сточных водах гравиметрическим методом : утверждена Федеральным центром анализа и оценки техногенного воздействия 27 октября 2011 года // КонсультантПлюс : справочная правовая система. – URL: www.consultant.ru/ (дата обращения: 14.06.2022).
35. ПНД Ф 14.1:2:4.165-2000. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерения суммарной массовой концентрации минерального и органического фосфора (общего фосфора) в пробах питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом : утверждена Государственным комитетом Российской Федерации по охране окружающей среды 2000 года // Библиотека нормативной документации : [сайт]. – URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293832/4293832516.pdf (дата обращения: 14.06.2022).
36. ПНД Ф 14.1:2:3.101-97. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации растворён-

- ного кислорода в пробах природных и сточных вод йодометрическим методом : утверждена Федеральным центром анализа и оценки техногенного воздействия 1 марта 2017 года : взамен ПНД Ф 14.1:2.101-97 : дата введения 2017-06-01 / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования // Библиотека нормативной документации : [сайт]. — URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293745/4293745562.pdf (дата обращения: 14.06.2022).
37. ПНД Ф 14.1:2:4.4-95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой : утверждена Федеральным центром анализа и оценки техногенного воздействия 23 марта 2011 года / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования // Библиотека нормативной документации : [сайт]. — URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293808/4293808610.pdf (дата обращения: 14.06.2022).
38. ПНД Ф 14.1:2:4.213-05. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений мутности питьевых, природных и сточных вод турбидиметрическим методом по каолину и по формазину : утверждена Федеральным центром анализа и оценки техногенного воздействия 27 июля 2005 года / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору // Библиотека нормативной документации : [сайт]. — URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850853.pdf (дата обращения: 14.06.2022).
39. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.32-02 (ФР.1.31.2005.01763). Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений содержания сухого и прокаленного остатка в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом (ред. от 01.01.2018): с изменениями № 1 : утверждена Центром экологического контроля и анализа 6 августа 2002 года : взамен издания 2005 года. — Актуализированное издание 2017 года / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования // Библиотека нормативной документации : [сайт]. — URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293794/4293794550.pdf (дата обращения: 14.06.2022).

40. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии : утверждена Госкомэкологии РФ 10 ноября 1998 г. // КонсультантПлюс : справочная правовая система. — URL: www.consultant.ru/ (дата обращения: 07.07.2022).
41. ПНД Ф 13.1:2.22-98. Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методика выполнения измерений объемных долей водорода, кислорода, азота, метана, оксида и диоксида углерода в воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии : утверждена Государственным комитетом Российской Федерации по охране окружающей среды 11 ноября 1998 года // КонсультантПлюс : справочная правовая система. — URL: www.consultant.ru/ (дата обращения: 14.06.2022).
42. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений значения водородного показателя (рН) твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом : с изменениями № 1 : утверждена Центром экологического контроля и анализа 6 августа 2002 года : взамен издания 2005 года актуализированное издание 2017 года / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования // Библиотека нормативной документации : [сайт]. — URL: files.stroyinf.ru/Data2/1/4293800/4293800671.htm (дата обращения: 14.06.2022).
43. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Часть 1. Загрязнение атмосферы в городах и других населенных пунктах : руководящий документ : (редакция от 11 февраля 2016 года, с изменениями от 16 мая 2022 года) : утвержден Госкомгидрометом СССР 1 июня 1989 года, Главным государственным санитарным врачом СССР 16 мая 1989 года / разработан и внесен Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии, Министерством здравоохранения СССР ; исполнители: М. Е. Берлянд [и др.] // КонсультантПлюс : справочная правовая система. — URL: www.consultant.ru/ (дата обращения: 14.06.2022).

44. РД 52.18.595-96. Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды : руководящий документ : (редакция от 8 июля 2019 года) : утвержден Росгидрометом 15 декабря 1996 года, Госстандартом России 20 декабря 1996 года : введен впервые : дата введения 1999-08-01 / разработан: НПО «Тайфун» [и др.] // Консультант-Плюс : справочная правовая система. — URL: www.consultant.ru/ (дата обращения: 14.06.2022).
45. Дзюбан, А. Н. Микробиологические процессы в донных отложениях Рыбинского водохранилища и озера Плещеево как факторы формирования качества водной среды / А. Н. Дзюбан, Д. Б. Косолапов, И. А. Кузнецова // Гидробиологический журнал. — 2005. — Т. 41, № 4. — С. 82–88.
46. Латышенко, К. П. Методы и приборы контроля качества среды : учеб. пособие / К. П. Латышенко. — 2-е изд. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 437 с. — URL: www.iprbookshop.ru/79645.html (дата обращения: 24.05.2022). — ISBN 978-5-4487-0399-7.
47. Латыпова, М. М. Методы и средства контроля качества окружающей среды : учеб. пособие / М. М. Латыпова. — Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2017. — 121 с. — URL: www.iprbookshop.ru/80424.html (дата обращения: 24.05.2022).
48. Собгайда, Н. А. Методы контроля качества окружающей среды : учеб. пособие / Н. А. Собгайда. — Москва : ФОРУМ [и др.], 2019. — 110, [1] с. — (Высшее образование — Бакалавриат). — URL: znanium.com/catalog/document?id=352595 (дата обращения: 24.05.2022). — ISBN 978-5-16-106131-2.
49. Сальников, В. Д. Методы контроля и анализа веществ : Рентгеновские методы анализа : лабораторный практикум / В. Д. Сальников, В. А. Филичкина, И. В. Муравьева. — Москва : МИСиС, 2017. — 32 с. — URL: e.lanbook.com/book/108091 (дата обращения: 24.05.2022).

50. Основы радиационного контроля : Практика отбора и подготовки проб : учеб. пособие / П. В. Матюхин, Р. Н. Ястребинский, Л. В. Денисова [и др.]. – Белгород : Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова, 2017. – 151 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/80519.html> (дата обращения: 24.05.2022).
51. Нор, П. Е. Спектральные методы контроля качества окружающей среды : учеб. пособие / П. Е. Нор ; Омский государственный технический университет. – Учеб. текстовое электрон. изд. локал. распространения. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2017. – 107 с. – URL: www.iprbookshop.ru/78473.html (дата обращения: 24.05.2022). – ISBN 978-5-8149-2445-2.

ГЛОССАРИЙ

Абсорбционная спектрофотометрия — метод количественного анализа, основанный на определении концентрации вещества по спектру поглощения.

Агар питательный — вещество, из которого готовятся питательные среды для выращивания бактериальных культур. Представляет собой смесь полисахаридов агарозы и агаропектина, получаемую путём экстрагирования из красных (*Phyllophora*, *Gracilaria*, *Gelidium*, *Seramium* и др.) и бурых водорослей, произрастающих в Чёрном море, Белом море и Тихом океане и образующих в водных растворах плотный студень. Агар является растительным заменителем желатина.

Аликвота пробы — определенная часть массы или объема пробы, которая берется для проведения анализа. Свойства аликвоты должны отражать свойства всего вещества.

Алкалиметрия — метод количественного анализа, основанный на титровании щелочью.

Атомно-абсорбционная спектрофотометрия — это аналитический инструментальный метод количественного элементного анализа по атомным спектрам поглощения (абсорбции) для определения содержания металлов в растворах их солей в водах или растворах.

Ацидиметрия — метод количественного анализа, основанный на титровании кислотами.

Батометр — прибор для отбора проб воды с разных глубин водоема или реки с целью изучения физико-химических свойств и биологического состава воды.

Бентос — совокупность живых организмов, обитающих на дне водоема.

Биоциды — химические вещества, предназначенные для борьбы с вредными растениями или насекомыми.

Биохимическое потребление кислорода (БПК) — количество кислорода, необходимое для окисления органических веществ в аэробных условиях без доступа света за определенный промежуток времени в результате протекания в воде биохимических процессов. Единицы измерения — мг/л.

Вода грунтовая — водоносный горизонт, располагающийся непосредственно под поверхностью земли. Грунтовая вода непостоянна по многим параметрам.

Вода бидистиллированная — вода, очищенная от растворенных в ней минеральных солей, органических веществ и других примесей в результате двух последовательных перегонок в дистилляторах путем кипячения и охлаждения.

Вода деионизированная — вода, очищенная от ионов солей и других содержащихся в ней примесей.

Вода дистиллированная — вода, очищенная от растворенных в ней минеральных солей, органических веществ и других примесей в результате перегонки в дистилляторах путем кипячения и охлаждения.

Вода дренажная — вода, собираемая дренажными сооружениями и сбрасываемая в водные объекты. Это почвенно-грунтовые и поверхностные воды, т. е. ливневые и талые, которые отводятся с помощью дренажных сооружений (трубы, коллекторы, фильтрующие слои и другие элементы).

Вода питьевая — вода, предназначенная для неограниченного и безопасного потребления человеком и другими живыми существами. Качество питьевой воды должно соответствовать нормативным требованиям СанПин.

Вода поверхностная — все водные объекты, находящиеся на поверхности Земли.

Вода технологическая — вода, которая используется в технологических целях на предприятиях и производствах.

Вода сточная — воды и атмосферные осадки, которые отводятся в водоемы с территорий населенных пунктов и промышленных предприятий через систему канализации или самотеком.

Водородный показатель — показатель, характеризующий величину рН — активной реакции среды. рН имеет значения от 0 до 14.

Декантация — механическое отделение твёрдой фазы дисперсной системы (суспензии) от жидкой путём сливания раствора с осадка.

Детекция — выявление или обнаружение определенной группы бактерий или вирусов.

Диспергированные частицы — частицы, измельченные путем механического дробления или эмульгирования твердых или жидких тел.

Дночерпатель — гидробиологический прибор, предназначенный для отбора проб донных отложений со дна различных водоемов.

Допустимая категория почв — содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК.

Драга — прибор, предназначенный для отбора грунта со дна водоемов с целью изучения донных отложений и зообентоса.

Зоопланктон — беспозвоночные организмы, обитающие в толще воды, которые имеют слабо развитые органы движения и пассивно переносятся с водой.

Индекс бактерии группы кишечной палочки (индекс БГКП) — показатель санитарного состояния воды или почвы.

Индикатор — химическое вещество, отображающее изменение какого-либо параметра (цвета раствора, люминесценции, образование осадка и др.) при проведении количественного анализа.

Ионометр — измерительный прибор, анализирующий содержание ионов в воде.

Колориметрия — физический метод химического количественного определения концентрации химических веществ в растворах с помощью приборов, основанный на интенсивности окраски растворов.

Лизис — растворение клеток и их систем, в том числе микроорганизмов, под влиянием различных агентов, например ферментов, бактериофагов, антибиотиков.

Макрофиты — крупные низшие и высшие водные растения.

Метод гравиметрический — количественный метод химического анализа, основанный на точном измерении массы определяемого вещества путем взвешивания.

Мембранный фильтр — фильтр, который благодаря малым порам способен отсеивать загрязнения диаметром от 0,0001 мкм.

Метод ИК-спектрометрический — метод количественного анализа, основанный на поглощении веществом инфракрасного излучения, проходящего через него.

Метод манометрический — метод исследования, основанный на одновременном измерении давления в нескольких точках участка, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга.

Метод нефелометрический — метод анализа вещества по интенсивности светового потока, который рассеивается взвешенными частицами данного вещества. Интенсивность светового потока зависит от концентрации частиц в анализируемой пробе.

Метод осаждения — метод количественного химического анализа, основанный на точном взвешивании массы химического вещества, разновидность гравиметрического метода.

Метод отгонки — метод химического анализа, в котором определяемый компонент в анализируемой пробе выделяют в виде газообразного вещества.

Метод потенциометрический — физико-химический метод анализа, основанный на зависимости равновесного электродного потенциала от активности или концентрации анализируемого вещества в растворе.

Метод рентгенофлуоресцентный — спектроскопический метод исследования элементного анализа вещества с целью получения его элементного состава.

Метод титриметрический — объемный метод количественного химического анализа, который основан на измерении объема химического реактива точно известной концентрации, израсходованного на реакцию с определяемым веществом. Титрованный раствор по каплям добавляется к раствору с определяемым веществом.

Метод фотометрический — метод молекулярно-абсорбционного спектрального анализа, основанный на избирательном поглощении электромагнитного излучения в видимой инфракрасной и ультрафиолетовой областях волнового спектра молекулами определяемого вещества с подходящим реагентом.

Микробиологические показатели, определяемые в воде, — общее микробное число, общие колиформы, термотолерантные колиформы, стрептококки, сальмонелла, шигелла и другие микроорганизмы.

Неионогенные поверхностно-активные вещества (НПАВ) — химические соединения, обладающие поверхностно-активными свойствами, не диссоциирующие в водных растворах на ионы.

Органолептические показатели – показатели, которые определяются с помощью органов чувств. Важными органолептическими показателями являются запах воды, цветность, привкус, мутность.

ОxITop – измерительный прибор, предназначенный для определения БПК.

Перманганатометрия – титриметрический (объёмный) метод определения химических веществ, основанный на реакциях окисления с участием перманганат-ионов.

Перифитон – водные живые организмы (растения, водоросли, животные, микроорганизмы), ведущие прикрепленный образ жизни. Перифитон образует обрастания на живых и неживых субстратах под водой.

Перманганатная окисляемость – величина, характеризующая количество в воде органических и минеральных веществ, окисляемых сильным химическим окислителем в определенных условиях.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – объем выброса, при котором концентрация загрязняющих веществ в приземном слое воздуха не превышает их ПДК.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – максимальная концентрация вредного вещества, которая за определенное время воздействия не влияет на здоровье человека и его потомство, а также на компоненты экосистемы и природное сообщество в целом.

Проба – количество, определенный объем воды, атмосферного воздуха или почвы, отобранные на анализ.

Проба глубинного профиля – серия проб воды, отобранных на различных глубинах в конкретном месте водоема.

Проба дискретная, точечная – проба воды, получаемая для анализа однократным отбором необходимого объема воды в точке отбора проб.

Проба репрезентативная – проба, которая в максимальной степени характеризует качество атмосферного воздуха, воды или почвы по определенному показателю; является типичной и не искаженной вследствие различных факторов.

Проба составная – две или более пробы воды или их части, смешиваемые в заданных пропорциях.

Радиационная безопасность воды — показатель, который определяет значения альфа-активности, бета-активности, гамма-активности, радиоактивного йода, изотопов радона, плутония, радия, а также радиоактивного стронция, цезия, трития и тритированной воды, урана.

Редоксиметрия — окислительно-восстановительное титрование.

pH-метры — приборы, предназначенные для измерения водородного показателя (pH), который характеризуют активность ионов водорода в воде или растворах.

Скребок — гидробиологический прибор, предназначенный для отбора проб мягких грунтов со дна водоемов или рек.

Спектрофотометрия — физико-химический метод исследования растворов и твёрдых веществ, основанный на изучении спектров поглощения в ультрафиолетовой (200–400 нм), видимой (400–760 нм) и инфракрасной (> 760 нм) областях спектра.

Титрование — метод количественного химического анализа, осуществляемый путем прибавления титрованного раствора к анализируемому раствору для определения точно эквивалентного количества.

Трилон Б — органическое соединение, натриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты.

Тритированная вода — вода, в молекулах которой атомы протия замещены атомами трития.

Турбидиметрический метод — метод определения мутности раствора, который основан на измерении интенсивности потока, прошедшего через раствор, содержащий взвешенные частицы.

Фенольный индекс — массовая концентрация фенолов в воде, вступающих в реакцию с 4-аминоантипирином и в определенных условиях образующих с ним окрашенные соединения.

Фитомасса — общая масса всех растительных организмов или растений определенной группы в сообществе или на определенной территории.

Флотант — специальное средство, которым обрабатывают материалы с целью придания им водоотталкивающих свойств.

Фотоэлектроколориметрия — методика определения концентрации вещества (смотри фотоколориметрия) с помощью фотоэлектроколориметра.

Фурье-спектрометр — оптический прибор, который применяется для количественного и качественного анализа содержания веществ в газовой пробе.

Фотоэлектроколориметр (ФЭК) — прибор для определения концентрации вещества в окрашенном световом потоке.

Химическое потребление кислорода (ХПК) — показатель содержания органических веществ в воде, измеряемый по количеству кислорода, затраченного на окисление веществ в пробе воды.

Элюат — раствор, выходящий из хроматографической колонки.

Элюэнт — растворитель или смесь растворителей, предназначенная для прокачки анализируемой смеси через хроматографическую колонку.

Титульный лист практического задания

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

(институт)

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ____
(тема практического задания)

по учебному курсу « _____ »

Вариант ____ (*при наличии*)

Студент _____
(И.О. Фамилия)

Группа _____

Преподаватель _____
(И.О. Фамилия)

Тольятти 20__