

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ОПОП

СМК-РПД-В1.П2-2023

ФИО: Ребковец Ирина Александровна

Должность: И.о. зав. кафедрой

Дата подписания: 23.10.2023 10:22:25

Уникальный программный ключ:

e789ec8739030382afc5ebff702928adf1af5cfb

Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании
кафедры биологии и наук о Земле
«__» _____ 20__ г., протокол №__
И.о. зав. кафедрой биологии и наук о Земле
_____ Е.А. Девятова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды»

Направление подготовки: 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)»

Профиль подготовки: «Химия» и «Биология»

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора: 2023

Петропавловск-Камчатский, 2023 г.

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного Приказом Минобрнауки России от 22.02.2018 № 125.

Разработчик:

кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и наук о Земле
Станислав Валентинович Рогатых

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Цель и задачи освоения дисциплины | 4 |
| 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО | 4 |
| 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине | 4 |
| 4. Содержание дисциплины | 5 |
| 5. Тематическое планирование | 6 |
| 6. Самостоятельная работа | 9 |
| 6.1. Планы семинарских (практических, лабораторных) занятий | 9 |
| 6.2. Внеаудиторная самостоятельная работа | 29 |
| 7. Перечень вопросов на экзамен | 30 |
| 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение | 31 |
| 10. Материально-техническая база | 34 |

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является изучение химических причин возникновения важнейших экологических проблем и методов их решения.

Задачи освоения дисциплины:

1. сформировать знания о химических причинах экологических проблем биосферы, находить и использовать на практике химические, физико-химические, биохимические методы решения экологических проблем; определять сущность экологического мониторинга и биоиндикации;
2. углубить познания в области химических процессов, лежащих в основе экологических проблем, химических методов контроля и химических способов решения этих проблем;
3. обобщить, систематизировать знания по химии, экологии, биологии.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Б.1. Дисциплины (модули), обязательная часть. Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и компетенции, полученные в средней общеобразовательной школе. Дисциплина призвана обобщить, систематизировать знания по химии, экологии, биологии.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология»:

| Шифр компетенции, формируемой в результате освоения дисциплины | Наименование компетенции | Результаты освоения компетенции |
|--|--|---|
| ОПК-8 | Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний | ОПК-8.1. Использует специальные научные знания (по профилю) в урочной и внеурочной деятельности, дополнительном образовании обучающихся. ОПК-8.2. Использует современные, в том числе интерактивные, формы и методы образовательной и воспитательной работы для осуществления проектной деятельности обучающихся, проведения лабораторных экспериментов, экскурсионной работы, полевой практики и т.п. |
| ПК-1 | Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач. | ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предмета; научно-теоретические основы предметной области; основные технологии предметной области. ПК-1.2. Формулирует цели и задачи преподавания по предмету в соответствии с требованиями ФГОС и учётом особенностей обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями; подбирает и применяет адекватные поставленным целям и задачам |

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

| | | |
|--|--|--|
| | | <p>современные научно обоснованные средства и методы и формы обучения, технологии воспитания обучения; организует и осуществляет контроль и оценку учебных достижений, текущих и итоговых результатов освоения предметной области.</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками отбора учебного содержания занятий по предмету для реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС; навыками организации и проведения занятий по предмету, а также оценки их эффективности в соответствии с требованиями ФГОС, содержанием действующих программ и спецификой контингента занимающихся; навыками использования профессиональной терминологии, речи и жестикуляции в процессе занятий.</p> |
|--|--|--|

4. Содержание дисциплины

Модуль 1. Экологические проблемы биосферы

Тема 1. Введение в экологическую химию

Химия и глобальные экологические проблемы. Химические причины экологических проблем, методы решения этих проблем. Хемофобия и антропогенный фактор экологических проблем. Основные понятия: экология, биосфера, экосистема, рост народонаселения, пищевые и энергетические ресурсы, хемосфера, поллютанты, ксенобиотики, техногенез.

Тема 2. Экологические проблемы химии атмосферы

Состав и строение атмосферы. "Парниковый эффект", загрязнения тропосферы. Токсический и фотохимический смог, "экологические ловушки", пероксиацилнитраты, "кислотные дожди", загрязнения твердыми взвешенными частицами, радиационные загрязнения. Основные понятия: тепловые загрязнения и шумовые, "озоновые дыры", "парниковый эффект", тропосфера, смог, "кислотные дожди", "экологическая ловушка", ионизация, хлорфторуглероды.

Тема 3. Экологические проблемы гидросферы

Гидрологический цикл, чистая и загрязненная вода, эутрофикация водоемов, сточные воды и их обработка. Металлы как загрязнители воды. Другие загрязнители воды: хлорорганические соединения, фосфорорганика, поверхностно-активные вещества, синтетические полимеры, нефть, кислотные осадки, радиоактивные и тепловые загрязнения, основные способы. Основные понятия: гидрологический цикл, влагоперенос, промышленные отходы, обычные отходы, БПК, ХПК, эутрофные водоемы, сукцессия, олиготрофные водоемы, ПХПЦ, ПАВ, гексахлоран, ДДТ.

Тема 4. Экологические проблемы литосферы

Литосфера, ресурсы, пестициды, удобрения и регуляторы роста и развития растений, химические источники пищи. Загрязнение литосферы бытовыми и промышленными отходами. Методы обработки почвы с целью ее регенерации. Основные понятия: ресурсы, индекс использования резервов (ИИР), промышленная экосистема, цикличность

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

производства, пестициды, инсектициды, персистентность, время ожидания, фитогормоны, природные стимуляторы, ингибиторы, субстрат, метаболит, БВК, паприн.

Тема 5. Радиоактивность как загрязняющий фактор

Природные источники радиации. Виды радиации: корпускулярная и волновая. Два типа биологических повреждений, вызываемых радиацией. Радиочувствительность. Основные понятия: фоновая радиация, радионуклиды, радиоизотопы, рентгеновское излучение, радикал.

Тема 6. Экология и энергетика

Традиционные источники энергии и экологические проблемы, связанные с их применением. Использование энергии атома, использование энергии Солнца, энергии воды в самых различных ее проявлениях. Производство биоэнергии. Водородная энергетика.

Модуль 2. Химические элементы в биосфере. Экологический мониторинг

Тема 7. Химические элементы и их соединения в биосфере

Вещества, помогающие живым организмам адаптироваться к условиям окружающей среды (хемомедиаторы). Элементы биогенные и второстепенные. Блочная модель круговорота биогенных элементов в природе. Биогеохимические циклы элементов. Эколого-химический аспект происхождения и развития жизни на Земле. Понятие о веществах - загрязнителях окружающей среды. Понятие о биотрансформации антропогенных веществ в экосистемах, в живых организмах. Механизмы вредного воздействия ксенобиотиков на организмы и на биосферу в целом. Классификация загрязнений. Токсичность. Стандарты качества окружающей среды. Биологическое накопление токсикантов в пищевых цепях. Основные понятия: биогенные элементы, биогеохимические циклы, трофические цепи, микро- и макроэлементы, автотрофы, гетеротрофы, хемомедиаторы.

Тема 8. Экологический мониторинг.

Виды мониторинга биосферы. Биоиндикация. Контроль загрязнений с помощью химических методов анализа. Схемы комплексного экологического контроля и биоиндикации. Примерные схемы устройства биосенсоров и хемосенсоров. Основные понятия: биоиндикатор, фермент, порог восприятия, селективность, мембранные сенсоры.

5. Тематическое планирование

Модули дисциплины

| № | Наименование модуля | Лекции | Практики/ семинары | Лабораторные | Сам. работа | Всего, часов |
|--------------|--|--------|-----------------------|--------------|----------------|-----------------|
| 1 | Экологические проблемы биосферы | 16 | 12 | 0 | 32 | 60 |
| 2 | Химические элементы в биосфере. Экологический мониторинг | 8 | 8 | 0 | 32 | 48 |
| Всего | | 24 | 20 | 0 | 64 | 108 |

Тематический план

Модуль 1

| № темы | Тема | Кол- во часов | Компетенции по теме |
|-----------|------|---------------------|---------------------|
|-----------|------|---------------------|---------------------|

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

| | Лекции | | |
|---|--|---|-------------|
| 1 | Основные понятия, предмет и задачи экологической химии | 2 | ОПК-8; ПК-1 |
| 2 | Состав атмосферы. Важнейшие ЭП атмосферы. Смоги. Кислотные дожди. Методы очистки атмосферных выбросов. | 2 | ОПК-8; ПК-1 |
| 3 | Вода чистая и загрязненная. ЭП гидросферы. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 4 | ЭП литосферы. Ресурсы. Промышленная экосистема. Загрязнения литосферы: пестициды и другие. Способы очистки грунта. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 5 | Радиоактивные загрязнения биосферы. | 2 | ОПК-8; ПК-1 |
| 6 | Экологические проблемы современной энергетики. Характеристика альтернативных источников энергии. | 2 | ОПК-8; ПК-1 |
| | Практические занятия (семинары) | | |
| 1 | Определение в воде массовой концентрации общего железа, иона аммония, нитрит-иона | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 2 | Мониторинг загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 3 | Определение параметров исследуемой пробы воды | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| | Самостоятельная работа | | |
| 1 | Возможные пути решения проблемы глобального потепления. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 2 | Уникальные свойства воды. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 3 | Современные методы ликвидации нефтяных разливов. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 4 | Перспективы применения альтернативных источников энергии. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 5 | Применение возобновляемых источников энергии в условиях Камчатского края. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 6 | Химизм экологических проблем атмосферы. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 7 | Химические процессы в очистке сточных вод. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

| | | | |
|---|---|---|-------------|
| 8 | Использование альтернативных источников энергии | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
|---|---|---|-------------|

Модуль 2

| № темы | Тема | Кол-во часов | Компетенции по теме |
|--------|--|--------------|---------------------|
| | Лекции | | |
| 1 | Химические элементы в биосфере: химические экорегуляторы. Биогенные элементы: микро- и макроэлементы. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 2 | Воздействие химического компонента абиотического фактора на живые организмы. Эколого-химический аспект происхождения жизни на Земле. | 2 | ОПК-8; ПК-1 |
| 3 | Сущность экологического мониторинга, его задачи и цели. Биоиндикация. Биосенсоры. Хемосенсоры. | 2 | ОПК-8; ПК-1 |
| | Практические занятия (семинары) | | |
| 1 | Определение содержания сульфат-ионов в атмосферных осадках турбидиметрическим методом | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 2 | Определение массовой доли хлоридов в природных водах аргентометрическим методом | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| | Самостоятельная работа | | |
| 1 | Адаптаны живых организмов к условиям окружающей среды. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 2 | Биоиндикаторы в природе. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 3 | Роль микроэлементов в функционировании биоконплексов. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 4 | Круговорот основных биогенных элементов. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 5 | Круговорот второстепенных элементов. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 6 | Воздействие абиотических факторов на живые организмы. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
| 7 | Хемомедиаторы, их функции и примеры химических соединений, выполняющих их роль. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

| | | | |
|---|--|---|-------------|
| 8 | Сущность методов химического анализа, применяемых в экологическом мониторинге. | 4 | ОПК-8; ПК-1 |
|---|--|---|-------------|

6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по вопросам семинарских занятий, выполнение практических заданий (*при наличии*).

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- изучение литературы; осмысление изучаемой литературы;
- работа в информационно-справочных системах;
- аналитическая обработка текста (конспектирование, реферирование);
- составление плана и тезисов ответа в процессе подготовки к занятию;
- решение задач;
- подготовка сообщений по вопросам семинарских занятий.

6.1. Планы семинарских (практических, лабораторных) занятий

Практическое занятие № 1. Определение в воде массовой концентрации общего железа, иона аммония, нитрит-иона

Цель работы: определить содержание общего железа, иона аммония, нитрит-иона в исследуемой воде качественно с приближенной количественной оценкой.

Оборудование, реактивы, материалы: пипетки на 1, 5, 10 см³; пробирки длиной 14-15 см; аммоний надсернистый (персульфат); аммоний роданистый (роданид) или калий роданистый 50% раствор; кислота соляная $\rho = 1,19$ г/см³; вода дистиллированная; калий-натрий виннокислый (сегнетова соль); реактив Несслера; реактив Грисса; тест на ион NO₂⁻.

Теоретическая часть

Железо является одним из самых распространенных элементов земной коры, что обуславливает его постоянное присутствие в природных водах. Наиболее распространенными природными минералами железа являются магнетит (магнитный железняк Fe₃O₄), гематит (красный железняк FeO₃), пирит (железный колчедан Fe₂S₃).

Основным природным источником поступления железа в поверхностные воды являются процессы химического выветривания горных пород, сопровождающиеся их растворением. Значительная часть железа поступает также с подземным стоком.

Антропогенное загрязнение водных объектов соединениями железа обусловлено их выносом со сточными водами многих отраслей промышленности, прежде всего горнодобывающих, металлургических, химических предприятий.

Железо является одним из важнейших элементов, принимающих активное участие в биохимических процессах, протекающих в живых организмах. Недостаточное содержание железа в воде может быть лимитирующим фактором в развитии водной растительности. Этим объясняется то, что железо часто включают в группу биогенных элементов.

Соединения железа могут присутствовать в водах в двух степенях окисления – Fe(II) и Fe(III), которые представлены тремя миграционными формами – растворенной,

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

коллоидной и взвешенной. Растворенное железо может находиться в ионной форме. в виде гидрокомплексов типа $[\text{Fe}(\text{OH})_2]^-$; $[\text{Fe}_2(\text{OH})_2]^{4+}$; $[\text{Fe}_2(\text{OH})_3]^+$; $[\text{Fe}(\text{OH})_3]^{3+}$; $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ и комплексных соединений с минеральными и органическими веществами вод (преимущественно в виде комплексов с гуминовыми и фульвокислотами).

На состав и формы нахождения соединений железа в водах оказывают существенное влияние такие факторы как величина рН и Eh, присутствие природных комплексообразователей (гуминовых и фульвокислот), содержание растворенного кислорода, сероводорода, диоксида углерода, а также наличие микроорганизмов, окисляющих и восстанавливающих железо.

Вследствие гидролиза ионы Fe(III) при рН > 3 превращаются в гидратированные нерастворимые оксиды железа, которые составляют значительную долю валового содержания железа в водах. Присутствие в водах гуминовых и фульвокислот за счет образования довольно прочных комплексов предотвращает в той или иной степени гидролиз Fe(III) и способствует поддержанию его в растворенном состоянии. По этой причине в гумифицированных водах содержание растворенного железа выше, чем в водах, где гумусовых веществ мало.

Для Fe(II) более характерной является ионная форма, однако существовать Fe(II) может только при низких значениях окислительно-восстановительного потенциала (при дефиците кислорода) и низких значениях рН. Восстановлению Fe(III) до Fe(II) способствует присутствие гуминовых, танниновых и фульвокислот.

Для обозначения суммарной концентрации всех растворенных форм железа в воде используют термин «железо общее». Термин «валовое содержание» или «валовая концентрация» используется, когда говорят о суммарном содержании в воде как растворенных, так и взвешенных форм железа.

В речных и озерных водах концентрация железа общего в большинстве случаев находится в пределах от 0,01 до 1,0 мг/дм³. Она подвержена заметным сезонным изменениям, обусловленным как участием этого металла в физико-химических и биологических процессах, активнее протекающих в водной среде, так и гидрологическим режимом водного объекта. В болотных, кислых шахтах, грунтовых и термальных водах концентрации железа могут достигать нескольких десятков и даже сотен миллиграммов в литре.

Содержание железа общего в поверхностных водах нормируется. ПДК растворенного железа в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения составляет 0,1 мг/дм³. В водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения нормируется валовое содержание железа, для них ПДК составляет 0,3 мг/дм³.

Предложенный метод определения общего железа в воде основан на взаимодействии в сильнокислой среде окисного железа и роданида с образованием окрашенного в красный цвет комплексного соединения роданового железа. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации железа.

Азотсодержащие вещества (аммиак, нитриты и нитраты) образуются в воде в результате протекания химических процессов и гниения растительных остатков, а также за счет разложения белковых соединений, попадающих почти всегда со сточными бытовыми водами, конечным продуктом распада белковых веществ является аммиак. Присутствие в воде аммиака растительного или минерального происхождения не опасно в санитарном отношении. Воды, причиной образования аммиака в которых является разложение белковых веществ, непригодны для питья. По наличию в воде тех или иных азотсодержащих соединений судят о времени ее загрязнения. Наличие в воде аммиака и отсутствие нитритов указывает на свежее загрязнение. Совместное присутствие этих веществ свидетельствует о том, что с момента загрязнения уже прошло некоторое время.

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

Отсутствие аммиака при наличии нитритов и особенно нитратов указывает, что загрязнение воды произошло давно и вода за это время уже самоочистилась.

Аммонийный азот в водах находится, главным образом, в растворенном состоянии в виде ионов аммония и недиссоциированных молекул NH_4OH , количественное соотношение которых имеет важное экологическое значение и определяется величиной рН и температурой воды. В то же время некоторая часть аммонийного азота может мигрировать в сорбированном состоянии на минеральных и органических взвешках, а также в виде различных комплексных соединений.

Присутствие в незагрязненных поверхностных водах ионов аммония связано преимущественно с процессами биохимической деградации белковых веществ, дезаминирования аминокислот, разложения мочевины. Естественными источниками аммиака служат прижизненные выделения гидробионтов. Кроме того, ионы аммония могут образовываться в результате анаэробных процессов восстановления нитратов и нитритов.

Источником антропогенного загрязнения водных объектов ионами аммония являются сточные воды многих отраслей промышленности, бытовые сточные воды, стоки с сельскохозяйственных угодий.

Сезонные колебания концентрации ионов аммония характеризуются обычно понижением весной в период интенсивной фотосинтетической деятельности фитопланктона и повышением летом при усилении процессов бактериального разложения органического вещества в периоды отмирания водных организмов, особенно в зонах их скопления: в придонном слое водоема, в слоях повышенной плотности фито- и бактериопланктона. В осенне-зимний период повышенное содержание ионов аммония связано с продолжающейся минерализацией органических веществ в условиях слабого потребления фитопланктоном.

Повышенное содержание ионов аммония указывает на ухудшение санитарного состояния водного объекта, причем, поскольку аммиак более токсичен, чем ионы аммония, опасность аммонийного азота для гидробионтов возрастает с повышением рН воды.

Увеличение концентрации аммонийного азота обычно является показателем свежего загрязнения.

Для водных объектов рыбохозяйственного назначения предельно допустимая концентрация (ПДК) ионов аммония $0,4 \text{ мг/дм}^3$, для объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения ПДК соответственно равно $2,0 \text{ мг/дм}^3$.

Содержание аммония в водоемах с различной степенью загрязненности

| Степень загрязнения (классы водоемов) | Аммонийный азот, мг/дм^3 |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Очень чистые | 0,05 |
| Чистые | 0,1 |
| Умеренно загрязненные | 0,2-0,3 |
| Загрязненные | 0,4-1,0 |
| Грязные | 1,1-3,0 |
| Очень грязные | > 3,0 |

Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве индикаторного показателя, отражающего ухудшение санитарного состояния водного объекта, процесса загрязнения поверхностных и подземных вод, в первую очередь, бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

Определение основано на реакции иона аммония с реактивом Несслера. Двуйодистая ртуть, содержащаяся в реактиве ($K_2HgI_4 + KOH$ (реактив Несслера)), образует в щелочной среде окрашенное в желтый цвет соединение йодистый меркураммоний:



Нитриты представляют собой промежуточную ступень в цепи бактериальных процессов окисления аммония до нитратов. Подобные окислительно-восстановительные реакции характерны для станций аэрации, систем водоснабжения и собственно природных вод. Кроме того, нитриты используются в качестве ингибиторов коррозии в процессах водоподготовки технологической воды и поэтому могут попасть и в системы хозяйственно-питьевого водоснабжения. Широко известно также применение нитритов для консервирования пищевых продуктов.

В поверхностных водах нитриты находятся в растворенном виде. В кислых водах могут присутствовать небольшие концентрации азотистой кислоты (HNO_2) (недиссоциированной на ионы). Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления NO_2^- в NO_3^- , что указывает на загрязнение водного объекта, т.е. является важным санитарным показателем. Концентрация нитритов в поверхностных водах составляет сотые (иногда даже тысячные) доли миллиграмма в 1 $дм^3$; в подземных водах концентрация нитритов обычно выше, особенно в верхних водоносных горизонтах (сотые, десятые доли миллиграмма в 1 $дм^3$).

Сезонные колебания содержания нитритов характеризуются отсутствием их зимой и появлением весной при разложении неживого органического вещества. Наибольшая концентрация нитритов наблюдается в конце лета, их присутствие связано с активностью фитопланктона (установлена способность диатомовых и зеленых водорослей восстанавливать нитраты до нитритов). Осенью содержание нитритов уменьшается.

Одной из особенностей распределения нитритов по глубине водного объекта являются хорошо выраженные максимумы, обычно вблизи нижней границы термоклина (термоклин, или слой температурного скачка – слой воды, в котором градиент температуры резко отличается от градиентов выше- и нижележащих слоев) и в гипolimнионе (гиполимнион – это нижние, более холодные слои воды в водоеме, отличающиеся недостаточной освещенностью, что препятствует фотосинтезу, и низким уровнем содержания кислорода).

Нитриты могут попадать в организм человека не только прямым путём. Под воздействием ферментов они так же образуются в желудочно-кишечном тракте из нитратов. Получаемые в итоге нитрозил-ионы вступают в реакцию с гемоглобином и угнетают его основную функцию – переносить кислород к тканям. В результате может возникнуть гипоксия, одышка, тахикардия, цианоз, слабость, головная боль, а при больших концентрациях – смерть. Особую опасность нитриты представляют для детей до 1 года, у которых выработка защитного фермента ещё не сформировалась. Важно учитывать, что нитраты и нитриты так же могут попасть к малышу с молоком матери, пьющей насыщенную этими веществами воду.

Отравление высоконитритной водой вызывает поражение желудочно-кишечного тракта. Это может выражаться тошнотой, рвотой, диареей, мелкими кровоизлияниями внутренних органов. Слишком сильная интоксикация способна привести даже к коме. На коже могут появиться различные неприятные раздражения и аллергические реакции. Так же угнетается центральная нервная система: появляются сонливость, депрессия, вялость и раскоординация движений, шум в ушах. К тому же нитриты негативно влияют на работу щитовидной железы и способствуют развитию сердечно-сосудистых заболеваний.

Очень важно следить за уровнем нитрит-ионов в воде для рыбного хозяйства и

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

любителям аквариумов. Эти примеси убивают у водных жителей иммунитет и способствуют развитию различных бактериальных инфекций. К тому же в таком растворе из-за реакций с гемоглобином рыба начинает погибать от удушья. Для нитритов ПДК установлена в размере $3,3 \text{ мг/дм}^3$ в виде иона NO_2^- или 1 мг/дм^3 в пересчете на азот. Для водоемов рыбохозяйственного назначения нормы составляют $0,08 \text{ мг/дм}^3$ по нитрит-иону или $0,02 \text{ мг/дм}^3$ в пересчете на азот.

В соответствии с требованиями глобальной системы мониторинга состояния окружающей среды (ГСМОС/GEMS) нитрит- и нитрат-ионы входят в программы обязательных наблюдений за составом питьевой воды и являются важными показателями степени загрязнения и трофического статуса природных водоемов.

Нитриты благодаря способности превращаться в нитраты, как правило, отсутствуют в поверхностных водах. Поэтому наличие в анализируемой воде повышенного содержания нитритов свидетельствует о загрязнении воды, причем с учетом частично прошедшей трансформации азотистых соединений из одних форм в другие.

Предложенный метод определения основан на реакции нитрит-аниона в среде азотистой кислоты с реактивом Грисса (смесью сульфаниловой кислоты и 1-нафтиламина). При этом протекают реакции диазотирования и азосочетания, в результате которых образуется азосоединение (азокраситель), имеющее пурпурную окраску.

Концентрацию нитрит-анионов определяют визуально-колориметрическим методом, сравнивая окраску раствора с контрольной шкалой образцов окраски (рисунок 11).

Отбор проб производится в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05 и ГОСТ Р 51592-2000. Пробы воды отбирают в стеклянные или полиэтиленовые бутылки, предварительно ополоснутые отбираемой водой. Объем отбираемой пробы должен быть не менее 500 см^3 . Пробы анализируют в день отбора или консервируют.

Сегнетову соль подвергают сушке в термостате при температуре $80-90^\circ\text{C}$ в течение 2-3 часов для удаления аммонийных солей, затем проверяют на чистоту проведением холостого опыта.

Ход работы

1. Качественное определение содержания общего железа с приближенной количественной оценкой

25 г роданида аммония или роданида калия, взвешенных с погрешностью не более $0,5 \text{ г}$, растворяют в 50 см^3 дистиллированной воды.

В пробирку наливают 10 см^3 исследуемой воды, вносят 2 капли концентрированной соляной кислоты, несколько кристаллов персульфата аммония и $0,2 \text{ см}^3$ (4-5 капель) 50% роданида аммония или калия. После внесения каждого реактива содержимое пробирки перемешивают. Визуально оценивают интенсивность окраски полученного раствора, рассматривая пробирку сбоку и сверху. Приблизительно массовую концентрацию железа определяют в соответствии с таблицей. Также можно воспользоваться цветной шкалой для определения приближенной концентрации общего железа в воде.

2. Определение массовой концентрации иона аммония (NH_4^+) в воде

Анализируемую воду наливают в пробирку до метки 5 см^3 , добавляют приблизительно $0,1 \text{ г}$ сегнетовой соли и прибавляют 1 см^3 реактива Несслера. Раствор перемешивают и через 1-2 минуты сравнивают со шкалой эталонов.

3. Определение массовой концентрации нитрит-иона (NO_2^-) в воде

Анализируемую воду наливают в пробирку до метки 5 см^3 , добавляют приблизительно $0,05 \text{ г}$ сухого реактива Грисса. Раствор перемешивают и через 15-20 минут сравнивают окраску со шкалой эталонов.

Приближенное определение содержания общего железа в воде

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

| Окрашивание при рассмотрении сбоку | Окрашивание при рассмотрении сверху вниз | Массовая концентрация железа, мг/дм ³ |
|------------------------------------|--|--|
| Окрашивания нет | Окрашивания нет | Менее 0,05 |
| Едва заметное желтовато-розовое | Чрезвычайно слабое желтовато-розовое | 0,1 |
| Очень слабое желтовато-розовое | Слабое желтовато-розоватое | 0,25 |
| Слабое желтовато-розоватое | Светло-желтовато-розоватое | 0,5 |
| Светло-желтовато-розоватое | Желтовато-розовое | 1,0 |
| Сильное желтовато-розовое | Желтовато-красное | 2,0 |
| Светло-желтовато-красное | Ярко-красное | Более 2,0 |



Рисунок 1. Контрольные шкалы образцов окраски

Практическое занятие № 2. Мониторинг загрязнения окружающей среды по физико-химическим характеристикам снега

Цель работы: оценить загрязненность снежного покрова исследуемой местности.

Оборудование и реактивы: складчатые фильтры, плоскодонные колбы и химические воронки, азотнокислое серебро, индикаторная бумага.

Теоретическая часть

Оценка загрязнения окружающей среды по степени загрязнения снежного покрова является широко используемым во всем мире приемом проведения мониторинга окружающей среды. Подобные исследования осуществляются во многих странах, и позволяют получать четкую картину экологической обстановки на значительных территориях в течение ряда лет. Такие исследования могут включать оценку степени запыленности воздуха, загрязнение тяжелыми металлами, нитратами, сульфатами, хлоридами, органическими веществами и т.п. и представляют собой основу для осуществления рекреационных мер по восстановлению экологического благополучия природы, общества, человека. В связи с этим результаты обследования ближайшего квартала по степени загрязнения снежного покрова имеют важное практическое значение и предоставляют студентам первое знакомство с такого рода исследованиями в области экологии.

При выполнении данной работы решаются следующие задачи:

1. Установление количества механических примесей в снеге (запыленности местности).
2. Определение pH талого снега.
3. Оценка уровня содержания ионов хлора на обследуемой территории.

Ход работы

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

1. Перед началом исследования составляют схему обследуемой территории с указанием выбранных мест отбора снега, основных зданий и сооружений и их назначения. Мест отбора проб снега должно быть не менее 10.

2. Ориентируясь по схеме, отбирают образцы снега в выбранных местах на площадках размером не менее 1 м². Количество снега должно составлять свыше 600-800 г. В качестве емкостей для сбора снега удобно пользоваться полиэтиленовыми бутылками на 1,5–2,0 л из под питьевой воды, для чего у них отрезают ножницами верхнюю суживающуюся часть (снег в емкости должен быть плотно утрамбован). Каждая емкость должна быть пронумерована в соответствии с номерами мест отбора проб снега, номер закреплен на емкости скотчем (для нумерации может быть использован также лейкопластырь).

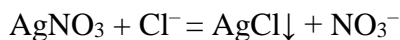
Для таяния снега собранные образцы оставляют при комнатной температуре до следующего занятия. В день сбора образцов снега учащиеся готовят к следующему занятию складчатые фильтры, плоскодонные колбы и химические воронки. Каждый складчатый фильтр взвешивают на аналитических весах. Вес бумажного фильтра и номер пробы записывают на краю фильтра карандашом. Параллельно нумеруют плоскодонные колбы в соответствии с номерами проб.

3.1 Определение запыленности территории. После того как снег растаял, его фильтруют через предварительно взвешенный складчатый фильтр, перенося осадок количественно на фильтр, для чего используют профильтрованный раствор талого снега. Измеряют объем талого снега каждой пробы. Бумажные фильтры помещают в сушильный шкаф, нагретый до температуры 60-80°C, или оставляют при комнатной температуре до следующего занятия. После высушивания фильтры взвешивают и определяют массу осадка. Поскольку объем талого снега во всех образцах разный, то для того чтобы можно было провести сравнительную оценку запыленности территории, каждую величину пересчитывают на 1 л (кг) талого снега:

$$\text{Количество пыли на снеге, мг/л} = \frac{\text{Масса осадка (г)} \cdot 1000}{\text{Объем талого снега (мл)}}$$

3.2 Определение pH талого снега. В работе используют индикаторную бумагу (интервал pH от 1 до 14) или pH-метр; pH талого снега можно определить во время фильтрования.

3.3 Качественное определение ионов хлора. Метод основан на осаждении хлорида серебра:



В пробирку наливают 5 мл пробы отфильтрованного талого снега и добавляют 3 капли 10% раствора азотнокислого серебра. Примерное содержание хлор-иона определяют по внешнему виду осадка:

| Внешний вид осадка | Концентрация хлоридов, мг/л |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Опалесцирующий (слабая муть) | 1–10 |
| Сильная муть | 10–50 |
| Хлопья, осаждающиеся не сразу | 50–100 |
| Белый объемный осадок | Более 100 |

В выводах по проведенной работе должно быть отражено:

1. Определение наибольшего экологического риска в одной из точек исследования.
2. Объяснение, откуда появилось загрязнение в том или ином пункте отбора проб пылью, ионами хлора.
3. Выявление наиболее экологически благоприятных зон.

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

Практическое занятие № 3. Определение параметров исследуемой пробы воды

Цель работы: определить запах, вкус и привкус, цветность и мутность исследуемой воды органолептическими методами.

Оборудование, реактивы, материалы: цилиндры 100 см³; термометр лабораторный от 0°С до 100°С; колбы плоскодонные с притертыми пробками вместимостью 250-350 см³ (для определения запаха); часовое стекло; водяная баня, обеспечивающая равномерный нагрев плоскодонных колб и поддержание температуры (60±5)°С; стаканы 50-100 см³ (для определения вкуса и привкуса), раствор 0,03 М перманганата калия, универсальная индикаторная бумага.

Теоретическая часть

Химически чистая вода совершенно лишена вкуса и запаха. Однако в природе такая вода не встречается – она всегда содержит в своем составе растворенные вещества. По мере роста концентрации неорганических и органических веществ вода начинает принимать тот или иной привкус и/или запах. Запах и вкус – это свойство веществ вызывать у человека и животных специфическое раздражение рецепторов слизистой оболочки носоглотки и языка. Следует иметь в виду, что запах и привкус может появиться в воде на нескольких этапах: в природной воде, в процессе водоподготовки, при транспортировке по трубопроводам. Основными причинами возникновения *запаха и привкуса* в воде являются:

Гниющие растения. Водоросли и водные растения в процессе гниения могут вызвать рыбный, травяной, гниlostный запах воды и аналогичный неприятный привкус.

Грибки и плесень. Эти микроорганизмы вызывают возникновение плесневого, землистого или затхлого запаха и приводит к появлению привкуса. Тенденция к размножению этих микроорганизмов возникает в местах застоя воды и там, где вода может нагреваться (например, в системах водоснабжения больших зданий с накопительными емкостями).

Железистые и сернистые бактерии. Оба типа бактерий выделяют продукты жизнедеятельности, которые при разложении создают неприятный запах.

Соединения тяжелых металлов, особенно продукты коррозии железа, марганца, меди, которые вызывают незначительный запах воды, но достаточно отчетливый металлический привкус.

Соли щелочных и щелочноземельных металлов, которые в больших концентрациях придают воде соленый или горький вкус, а также могут придавать воде щелочной привкус.

Различные добавки могут придавать воде кислый и сладкий вкусы. Кислый вкус могут иметь воды, насыщенные углекислым газом или солями сильных кислот.

Промышленные отходы. Многие вещества, содержащиеся в сточных водах промышленного производства, могут вызвать сильный лекарственный или химический запах воды. В частности, проблемой являются фенольные соединения, которые при хлорировании воды создают обладающие характерным запахом хлорфенольные соединения.

Хлорирование воды. Вопреки широко распространенному мнению, сам хлор при правильном использовании не вызывает возникновения сколько-нибудь заметного запаха или привкуса. В то же время, хлор способен вступать в химические реакции с различными растворенными в воде веществами, образуя при этом соединения, которые собственно и придают воде хорошо известный многим запах и привкус «хлорки».

По происхождению запахи, вкусы и привкусы делятся на две группы: *естественного происхождения* (связаны с наличием живущих в воде организмов,

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

загнивающих растительных и животных остатков, наличием солей, как правило в морских или подземных водах); *искусственного происхождения* (обусловлены примесями промышленных сточных вод, реагентами процессов водоподготовки, материалами труб и т.д.).

Запах воды естественного происхождения обычно связан с наличием фитопланктона и с деятельностью бактерий, разлагающих органические вещества. Поэтому вода родников, ключей, артезианских скважин обычно не имеет запаха.

Известно более 200 веществ, выделяемых только водорослями различных видов, способных восприниматься обонятельными рецепторами, но реально проблемы появления возникающих посторонних запахов водопроводной воды связывают только с некоторыми из них: 2-метилизоборнеол (МИБ), геосмин, меркаптаны, диметилдисульфид, диметилсульфид, 2,4-гептадиенал, 2,6-нонадиенал.

Число разных видов запахов достаточно велико. Наиболее часто встречаются следующие запахи воды поверхностных водоемов: гнилостный, травянистый, землистый, навозный. Некоторые виды водорослей вызывают специфические запахи. Например, из группы диатомовых водорослей одорирующие вещества продуцируют представители родов *Asterionella* (герани и рыбы), *Cyclotella* (травянистый, герани, рыбы), *Tabellaria* (травянистый, герани, затхлости). Представители родов золотистых водорослей (хризофитов) способны придавать воде сильный рыбный запах. Этот запах, как и в случае диатомовых водорослей, имеют альдегиды и кетоны, образующиеся в результате ферментативного преобразования ненасыщенных жирных кислот при отмирании клеток.

Основными причинами запахов подземных вод являются сероводород и соединения железа. Сероводород появляется в результате воздействия анаэробных восстанавливающих серных бактерий на органическую и элементарную серу, сульфаты и сульфиты. В малых концентрациях он может производить болотистый, затхлый запах. Часто вода из скважин пахнет железом – самым распространенным загрязнителем, который при взаимодействии с кислородом воздуха переходит в трехвалентную форму. Поэтому вода, только что добытая из скважины, выглядит чистой и только потом приобретает бурый цвет и неприятный металлический, железистый запах и привкус.

Качественной воду централизованного водоснабжения можно считать лишь такую, которая, по мнению потребителей, не имеет запаха, вкуса и привкуса. Обычно люди не чувствуют запаха, вкус и привкус интенсивностью 0 и 1 балл по пятибалльной шкале. Запах интенсивностью 2 балла чувствуют лишь некоторые потребители (до 10% населения), и лишь в том случае, если обратить на это их внимание. При повышении интенсивности запах становится ощутим для всех потребителей без какого-либо предупреждения. Поэтому интенсивность запаха питьевой водопроводной воды не должна превышать двух баллов. Кроме того, следует учитывать, что воду подогревают для приготовления горячих напитков и первых блюд, а это может привести к усилению ее запаха. Именно поэтому питьевая вода, как правило, не должна иметь запах интенсивностью свыше двух баллов при температуре как 20°C, так и 60°C.

Мутность воды – показатель, характеризующий уменьшение прозрачности воды в связи с наличием неорганических и органических тонкодисперсных взвесей, а также развитием планктонных организмов. Причинами мутности воды может быть наличие в ней глины, неорганических соединений (гидроксида алюминия, карбонатов различных металлов), а также органических примесей или живых организмов, например бактерио-, фито- или зоопланктона. Также причиной может быть окисление соединений железа и марганца кислородом воздуха, что приводит к образованию коллоидов.

Мутность воды в реках и прибрежных районах водоемов повышается при дождях,

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

паводках, таянии ледников. Как правило, зимой уровень мутности в водоемах наиболее низкий, наиболее высокий весной и во время летних дождей.

Мутность питьевой воды нормируется в основном из-за того, что мутная вода защищает микроорганизмы при ультрафиолетовом обеззараживании и облегчает рост бактерий, а также из эстетических соображений.

В основе органолептических методов лежит способность человека ощущать и воспринимать растворенные в воде вещества как запахи, вкусы и привкусы. В зависимости от объективных условий (температура, влажность) и функционального состояния организма (например, суточных колебаний) интенсивность обоняния может колебаться в достаточно широких пределах.

Органолептическая оценка выполняется прямым методом распознавания запахов, вкусов и привкусов – по ощущению воспринимаемого вкуса. Данные показатели не поддаются формальному измерению – определение проводится экспертным путем. Для оценки интенсивности запаха и привкуса пользуются системой баллов.

Подготовка к анализу

Температура и относительная влажность воздуха в помещении для органолептического анализа при проведении испытаний должны находиться в диапазоне от 18°C до 24°C и от 15% до 75% соответственно.

Для проведения органолептического анализа оптимальным является наличие двух помещений: помещение для проведения исследований; помещение для приготовления образцов.

Помещение для приготовления образцов должно находиться в непосредственной близости от помещения для проведения исследований. При этом оно должно быть расположено таким образом, чтобы испытателям не нужно было проходить через него, чтобы попасть к месту проведения исследований.

В случае отсутствия отдельного помещения органолептический анализ допускается проводить в общем лабораторном помещении, в котором отсутствуют посторонние запахи (химические реактивы, цветы, парфюмерия и пр.).

Помещения лаборатории, в которых выполняется органолептический анализ, должны быть защищены от резких посторонних шума, вибраций и других отвлекающих факторов.

Испытатели должны уметь выражать и интерпретировать свои первоначальные ощущения. Особенно важно умение концентрироваться и не поддаваться внешнему воздействию.

Испытатели не должны принимать лекарств, которые могут ослабить чувственное восприятие (например, спиртосодержащие настойки), до и во время проведения тестов.

Испытатели не должны использовать ароматизированную косметику до и во время проведения исследований. Кроме того, следует воздержаться от курения или контакта с курильщиками или сильными запахами по крайней мере за 1 ч до выполнения анализа.

Испытатели не допускаются к выполнению органолептических определений при наличии факторов здоровья, влияющих на исполнение работ и их результаты. Испытатель должен сообщить ответственному исполнителю (руководителю лаборатории) о наличии у него таких факторов, как: насморк; аллергические реакции; зубная и головная боль.

Ход работы

1. Выбрать отобранную пробу воды (это может быть водопроводная вода, вода из колодца, питьевые соки, напитки) и составить сопроводительную записку к исследуемой пробе воды (табл. 1).

Таблица 1. Сопроводительная записка

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

| | | |
|---|---|--|
| 1 | Название водоисточника, место взятия пробы | |
| 2 | Дата взятия пробы (год, месяц, число и час), кем взята проба | |
| 3 | Место и точки взятия проб воды (расстояние от берега, глубина в реке, колодце) | |
| 4 | Состояние погоды в день взятия пробы (температура воздуха, ветер, осадки) | |
| 5 | Способ взятия пробы | |
| 6 | Краткое санитарно-топографическое описание водоисточника, возможные источники загрязнения | |
| 7 | Применялось ли консервирование, каким способом | |
| 8 | Цель анализа | |
| 9 | Наименование пробы (образца) | |

2. Используя нижеперечисленные методики, составить протокол результатов анализа исследуемой пробы воды (табл. 2).

2.1. **Органолептический метод определения запаха.** Запах воды обусловлен наличием в ней летучих пахнущих веществ, которые попадают в воду естественным путем либо со сточными водами. Практически все органические вещества имеют запах и передают его в воде. Обычно запах определяют при нормальной (20°C) и при повышенной (60°C) температуре воды.

Запах по характеру подразделяют на две группы, описывая его субъективно по своим ощущениям: естественного происхождения (от живущих и обмерших организмов, от влияния почв, водной растительности); искусственного происхождения. Такие запахи обычно значительно изменяются при обработке воды. Характерный запах воды определяют ощущением воспринимаемого запаха.

Таблица 2. Протокол лабораторных испытаний

| № п/п | Показатель | Единицы измерения | Значение | Метод определения |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------|----------|-------------------|
| 1 | Температура | | | |
| 2 | Интенсивность запаха | | | |
| 3 | Род запаха | | | |
| 4 | Интенсивность вкуса и привкуса | | | |
| 5 | Цветность | | | |
| 6 | Мутность | | | |
| 7 | Прозрачность | | | |
| 8 | Водородный показатель | | | |
| 9 | Пенистость | | | |
| 10 | Окисляемость | | | |
| 11 | Общая жесткость | | | |
| Дата проведения анализа | | | | |
| Лаборант | | | | |

Определение запаха при 20°C. В колбу с притертой пробкой на 250 см³ отмеривают 100 см³ исследуемой воды с температурой 20°C. Колбу закрывают пробкой. Содержимое колбы перемешивают круговыми движениями несколько раз. После чего колбу открывают и определяют характер и интенсивность запаха.

Определение запаха при 60°C. В колбу отмеривают 100 мл испытуемой воды. Горлышко колбы закрывают часовым стеклом и подогревают на водяной бане до 50-60°C. Содержимое колбы несколько раз перемешивают вращательными движениями. Сдвигая

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

стекло в сторону, быстро определяют характер и интенсивность запаха.

Интенсивность запаха воды определяют при 20 и 60°C и оценивают по пятибалльной шкале согласно требованиям таблицы 3. Род запаха естественного происхождения оценивают согласно таблице 4. Запахи искусственного происхождения классифицируют по названию тех веществ, запах которых они представляют, например, химический, хлорфенольный, камфорный, бензинный, хлорный, нефтяной и т.д. При определении запаха рекомендуется делать короткие, а не длинные вдохи, и не нужно вдыхать запах много раз, чтобы не притупить свои ощущения. При продолжительном контакте пахучих веществ со слизистой оболочкой носа происходит адаптация, приводящая к снижению чувствительности.

Таблица 3. Оценка интенсивности запаха воды

| <i>Интенсивность запаха</i> | <i>Характер проявления запаха</i> | <i>Оценка интенсивности запаха, балл</i> |
|-----------------------------|--|--|
| Нет | Запах не ощущается | 0 |
| Очень слабая | Запах не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании | 1 |
| Слабая | Запах замечается потребителем, если обратить на это его внимание | 2 |
| Заметная | Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде | 3 |
| Отчетливая | Запах обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья | 4 |
| Очень сильная | Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению | 5 |

Таблица 4. Оценка интенсивности рода запаха воды

| <i>Символ</i> | <i>Характер запаха</i> | <i>Примерный род запаха</i> |
|---------------|------------------------|--|
| А | Ароматический | Огуречный, цветочный |
| Б | Болотный | Илистый, тинистый |
| Г | Гнилостный | Фекальный, сточный |
| Д | Древесный | Запах мокрой щепы, древесной коры |
| З | Землистый | Прелый, свежеспаханной земли |
| П | Плесенный | Затхлый, застойный |
| Р | Рыбный | Рыбьего жира, рыбы |
| С | Сероводородный | Тухлых яиц |
| Т | Травянистый | Скошенной травы, сена |
| Н | Неопределенный | Не подходящий под предыдущие определения |

2.2. Органолептический метод определения вкуса. Различают пять основных вида вкуса: соленый, кислый, сладкий, горький и умами. Все другие виды вкусовых ощущений называются привкусами. Привкусы классифицируют по названию тех веществ, привкус которых они представляют, например, металлический, гнилостный, щелочной (содовый), цветочный.

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

Исследуемую воду набирают в рот малыми порциями, не проглатывая, задерживают 3-5 секунд. Интенсивность вкуса и привкуса определяют при 20°C и оценивают по пятибалльной шкале согласно требованиям таблицы 5.

Таблица 5. Оценка интенсивности вкуса и привкуса воды

| <i>Интенсивность вкуса</i> | <i>Характер проявления вкуса и привкуса</i> | <i>Оценка интенсивности вкуса, балл</i> |
|----------------------------|---|---|
| Нет | Вкус и привкус не ощущаются | 0 |
| Очень слабая | Вкус и привкус не ощущаются потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании | 1 |
| Слабая | Вкус и привкус замечаются потребителем, если обратить на это его внимание | 2 |
| Заметная | Вкус и привкус легко замечаются и вызывает неодобрительный отзыв о воде | 3 |
| Отчетливая | Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья | 4 |
| Очень сильная | Вкус и привкус настолько сильные, что делает воду непригодной к употреблению | 5 |

2.3. **Приближенный метод определения цветности.** Цветность (окраска) обусловлена присутствием в природных водах гумусовых и дубильных веществ, белково- и углеводородных соединений, жиров, органических кислот и других органических соединений. Кроме того, окраска воды может быть вызвана присутствием в ней соединений железа, сточных вод некоторых производств, «цветением» воды.

Цветность определяют только в прозрачной природной воде. В полевых условиях пробирку диаметром 14-16 мм из бесцветного стекла наполняют анализируемой водой до высоты 10-12 см и рассматривают на белом фоне. Качественно различают следующие степени цветности: бесцветная, слабо-желтоватая, желтая, интенсивно-желтая (табл. 6).

Таблица 6. Приближенное определение цветности воды

| <i>Окрашивание при рассмотрении</i> | | <i>Цветность, °</i> |
|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| <i>Сбоку</i> | <i>Сверху</i> | |
| Нет | Нет | Менее 10 |
| Нет | Едва заметное бледно-желтоватое | 10 |
| Едва уловимое | Очень бледно-желтоватое | 20 |
| Едва уловимое бледно-желтоватое | Желтоватое | 40 |
| Едва заметное бледно-желтоватое | Слабо-желтое | 80 |
| Очень бледно-желтое | Желтое | 150 |
| Бледно-зеленоватое | Интенсивно-желтое | 300 |
| Желтое | | 500 |

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

В лабораторных условиях цветность воды определяют с помощью фотоколориметра, путем сравнения проб исследуемой воды с дистиллированной водой. Фотометрический метод определения цветности основан на сравнении исследуемой воды с растворами, имитирующими цвет природной воды. Цветность выражают в градусах цветности.

2.4. Приближенный метод определения мутности. Мутность характеризуется наличием в воде взвешенных частиц песка, глины, ила, планктона, водорослей и др.

Мутность воды определяют следующим образом: пробирку диаметром 1,5 см из бесцветного стекла наполняют анализируемой водой до высоты 10-12 см и рассматривают на черном фоне. Качественно различают следующие степени мутности: прозрачная, слабо опалесцирующая, опалесцирующая, слабо мутная, мутная, очень мутная.

В лабораторных условиях определение мутности производят фотометрическим методом – путем сравнения со стандартными суспензиями из каолина и трепла.

2.5. Метод определения прозрачности путем сравнения. Прозрачность воды зависит от количества в ней взвешенных частиц и химических примесей. В одинаковые цилиндры наливают исследуемую воду и дистиллированную. Испытуемую воду оценивают как прозрачную, слабо-прозрачную, слабо-опалесцирующую, опалесцирующую, слабо-мутную, мутную и сильно-мутную.

2.6. Определение реакции воды (рН). Реакцию воды определяют погружением в нее лакмусовых бумажек, через 5 минут их сравнивают с такими же бумажками, смоченными дистиллированной водой. Посинение бумажки указывает на щелочную реакцию, покраснение – на кислоту, при отсутствии изменений окраски бумажек – реакция нейтральная. В нейтральной среде $pH = 7$, в кислой она меньше, в щелочной больше. Питьевая вода должна иметь слабощелочную или нейтральную реакцию (от 6,5 до 8). Для точного определения величины рН воды используется колориметрический способ или рН-метры.

2.7. Определение пенистости. Пенистость – способность воды сохранять искусственно созданную пену на поверхности исследуемой пробы. Пробу воды вливают в колбу с притертой пробкой, затем колбу закрывают и интенсивно взбалтывают 30 с (эспумизируют). Результат определения расценивают как положительный если пена, образовавшаяся при взбалтывании пробы, сохраняется на поверхности в колбе больше 1 мин. Значение рН пробы при определении должно быть в пределах 6,5–8,5.

2.8. Определение окисляемости. В пробирку налейте 5–7 мл исследуемой воды, добавьте к воде три капли 0,03 М перманганата калия, полученный раствор оставьте на 20 мин., наблюдая за полученной окраской. Сделайте вывод о степени загрязнения исследуемой воды органическими примесями, если: малиновая окраска – вода удовлетворительная, красноватая – вода подозрительная, желто-бурая – недоброкачественная. В природных водах окисляемость воды обусловлена наличием гуминовых веществ, сероводорода, ионов двухвалентного железа.

2.9. Определение общей жесткости. Под жесткостью воды понимают общее количество содержащихся в ней солей кальция и магния. Общая жесткость представляет сумму солей кальция и магния в сырой воде (сумма устранимой и постоянной). Устранимая жесткость – это сумма бикарбонатных и карбонатных солей Са и Mg, выпадающих в осадок после 1-часового кипячения. Постоянная жесткость представляет сумму сульфатных азотисто-азотнокислых и хлористых солей Са и Mg, остающихся в воде после 1-часового кипячения. Жесткость воды выражается в градусах: 1° жесткости соответствует 10 мг СаО на 1 л воды. Мягкая вода имеет жесткость до 10°, умеренно жесткая от 10 до 20°, жесткая – свыше 20°. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения не допускается вода с общей жесткостью свыше 40°.

Написать приближенное значение жесткости исследованной пробы воды.

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

3. Сделать вывод о соответствии исследуемой пробы воды требованиям СанПиН 2.1.4.1071-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» (табл. 7).

Таблица 7. Показатели пробы воды согласно требованиям СанПиН 2.1.4.1071-01

| <i>Показатель</i> | <i>Норматив ПДК, не более</i> |
|---|-----------------------------------|
| Запах при 20°С и при нагревании до 60°С, балл | 2,0 |
| Вкус и привкус при 20°С, балл | 2,0 |
| Цветность, градус | 20,0 |
| Мутность по стандартной шкале, мг/л | 1.5 |
| Водородный показатель | от 6,5 до 8 |
| Общая жесткость, градус | 40 |

Практическое занятие № 4. Определение содержания сульфат-ионов в атмосферных осадках турбидиметрическим методом

Сущность метода

Определение сульфатов турбидиметрическим методом основано на измерении интенсивности помутнения растворов, содержащих сульфаты, при добавлении хлорида бария в кислой среде. Для стабилизации суспензии BaSO_4 в реакционную смесь вводят этиленгликоль или глицерин, а для понижения растворимости сульфата бария - этиловый спирт. Чувствительность метода 2 мг/л SO_4^{2-} .

Теоретическая часть

Запасы воздуха на земном шаре очень велики, практически безграничны. Химический состав его в различных частях Земли более или менее однороден. Кроме таких важных компонентов, как азот, кислород, углекислый газ, атмосферный воздух в разных количествах содержит множество других веществ. Первые относятся к составляющим атмосферы, вторые ее загрязняют. Загрязнение может быть связано с естественными (извержение вулканов, пыльные бури, лесные пожары) и антропогенными (дымовые трубы промышленных предприятий, электростанции, котельные, автомобильный и железнодорожный транспорт, авиация).

Часть взвешенных в воздухе веществ оседает на Землю вместе с осадками, например в виде снега. Источник снежного покрова – снежинки. Они образуются в холодных слоях тропосферы при конденсации влаги на носящихся в воздухе пылинках, частичках солей, спорах и пыльце растений и других компонентах, находящихся в атмосфере, в том числе и вредных. Поэтому анализ снежного покрова является одним из компонентов определения степени загрязнения атмосферы. Система контроля снежного покрова является частью общей системы мониторинга трансграничного и дальнего переноса загрязняющих веществ. Осадки являются эффективным фактором вымывания различных веществ из воздуха. При этом процессы влажного и сухого выпадения могут привести к изменению химического состава почв, вод рек и водоемов. Концентрация загрязняющих веществ в снегу оказывается на 2-3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе. Снежный покров – надежный индикатор в частности такого важного параметра, как атмосферная нагрузка на природные экосистемы.

В более широком плане оценка снежного покрова необходима для понимания:

1. Взаимосвязи между изменяющимся составом атмосферы и изменениями климата.
2. Влияние изменений климата на химический состав атмосферы.

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

3. Переноса потенциально опасных веществ в атмосфере на большие расстояния и их выпадение.

4. Естественного кругооборота химических элементов и антропогенных воздействий на атмосферу.

Сульфаты в атмосферных осадках

• сульфаты находятся в составе атмосферного аэрозоля, воздушной среды производственных помещений, атмосферы городов, в сточных водах промышленных предприятий (металлургических, химических, текстильных, пищевых, кожевенных, стекольных). Чаще встречаются сульфаты натрия, аммония, кальция.

• средняя концентрация сульфатов в атмосфере городской зоны составляет в среднем 1-10 мкг/м³.

• большая часть серы поступает в окружающую среду в виде оксида серы (VI). Период существования SO₂ в атмосфере города составляет от 3 до 5 часов.

• оксид серы (VI) благодаря высокой гигроскопичности быстро реагирует с водяным паром атмосферы и превращается в аэрозоль серной кислоты. При низкой относительной влажности он может длительное время находиться в воздухе, а при высокой – оседать подстилающую поверхность.

• неоднократно отмечалось выпадение аэрозоля серной кислоты из домовых факелов химических предприятий, содержащих оксиды серы при низкой облачности и высокой влажности воздуха.

• сульфаты поступают в атмосферу так же в результате выветривания почв, с частицами морской соли, с выхлопами газов автомобилей.

• содержание сульфатов в осадках может составлять от 1 до 10 мг/л.

Отбор и подготовка проб снега

При отборе проб снежного покрова необходимо руководствоваться следующими нормативными документами:

1) ГОСТ 17.1.5.05–85. «Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков»;

2) Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве (Ревич, Саэт и др., 1990).

3) Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186–89 (действует с 01.07.1991). — М.: Госкомгидромет, 1991.

Отбор проб снежного покрова производится в период его максимального накопления, незадолго до периода снеготаяния (конец февраля — март) на открытых местах, на расстоянии не менее 500 м от ближайшего источника антропогенного воздействия (в лесу — на больших полянах). Отбор проб производят на участке 5×5 м методом «конверта»; пробы отбираются на всю мощность из шурфов или снегоотборниками из химически стойкого полимерного материала, при этом с поверхности удаляется мусор (листья, ветки и др.), исключается попадание в образец частиц почвы. Из отобранных проб составляется сборная проба, весом не менее 2 кг, которая помещается в емкость из химически стойкого полимерного материала (например, в полиэтиленовый пакет) и маркируется.

Крупные одиночные растительные включения следует извлечь из талой воды в стакане, так как они не являются составной частью антропогенного загрязнения. Растапливание снега производится при комнатной температуре. Для ускорения процесса первые порции снега в стаканах можно слегка подогреть на водяной бане при температуре не выше 40 градусов. После образования первой порции воды форсировать растапливание

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

снега не следует, поскольку процесс фильтрации обычно идет медленнее, чем тает снег при комнатной температуре.

По мере накопления талой воды в стаканах ее сливают на фильтр.

Пробы фильтруют через промытые дистиллированной водой бумажные фильтры «синяя лента». Первые порции фильтрата следует отбросить.

Пробы можно хранить в полипропиленовой (полиэтиленовой) или стеклянной посуде при температуре 3 - 4 °С не более суток.

Приборы, материалы, реактивы

1. Кислота соляная концентрированная.
2. Бария хлорид двухводный $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
3. Глицерин.
4. Спирт этиловый.
5. Калия сульфат.
6. Вода дистиллированная.
7. Колбы мерные на 1000, 500, 50, 25 мл.
8. Стаканы химические.
9. Пробирки колориметрические градуированные.
10. Пипетки Мора вместимостью 5 мл.
11. Пипетки градуированные вместимостью 5 мл.
12. Фотоэлектроколориметр КФК-3.

Подготовка к выполнению измерений

1. Приготовление раствора соляной кислоты (1:1).

50 мл концентрированной соляной кислоты смешивают с 50 см³ бидистиллированной воды. Раствор устойчив.

2. Приготовление раствора хлорида бария, 5%.

6,2 г хлорида бария ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) растворяют в 100 мл бидистиллированной воды.

3. Приготовление раствора осадителя.

Смешивают 50 мл 5%-ного раствора хлорида бария с 150 мл этиленгликоля или глицерина и 150 мл этилового спирта (или другие объемы, кратные указанным) в конической колбе вместимостью 500 мл. Доводят величину рН раствора приблизительно до 3 по универсальной индикаторной бумаге раствором соляной кислоты 1:1 и оставляют на 2 - 3 сут. в темном месте, накрыв колбу часовым стеклом. После отстаивания раствор осадителя переносят в темную склянку с притертой стеклянной или полипропиленовой пробкой. Если при отстаивании на дне колбы образовался осадок, перенос осадителя в склянку следует проводить осторожно, так чтобы осадок остался в колбе. Раствор осадителя пригоден в течение 3 - 6 месяцев.

3.1 Приготовление раствора осадителя без BaCl_2 .

Смешивают 150 мл этиленгликоля или глицерина и 150 мл этилового спирта (или другие объемы, кратные указанным) в конической колбе вместимостью 500 мл. Доводят величину рН раствора приблизительно до 3 по универсальной индикаторной бумаге раствором соляной кислоты 1:1 и оставляют на 2 - 3 сут. в темном месте, накрыв колбу часовым стеклом.

4. Приготовление градуировочного раствора

0,9071 г K_2SO_4 , предварительно высушенного в сушильном шкафу при 105 °С в течение 1 ч, растворяют в мерной колбе вместимостью 1 л в дистиллированной воде и доводят объем раствора дистиллированной водой до метки. 1 мл раствора содержит 0,5 мг SO_4^{2-} .

(можно готовить стандартный раствор на меньший объем, т.е. на 500 мл. Для этого 0,4589 г K_2SO_4 , предварительно высушенного в сушильном шкафу при 105 °С в течение 1

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

ч, растворяют в мерной колбе вместимостью 500 мл в дистиллированной воде и доводят объем раствора дистиллированной водой до метки).

Вариант 2. Для приготовления аттестованного раствора с массовой концентрацией сульфат-ионов 0,25 мг/мл на аналитических весах взвешивают в бюксе с точностью до четвертого знака после запятой 0,227 г K_2SO_4 предварительно высушенного в сушильном шкафу при 105 °С в течение 1 ч. Количественно переносят навеску в мерную колбу вместимостью 500 мл, растворяют в дистиллированной воде, доводят объем раствора до метки и перемешивают.

4.1 Расчет метрологических характеристик аттестованного раствора

Аттестованное значение массовой концентрации сульфат-ионов С, мг/мл рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{1000 \times m \times 96,062}{V \times 174,616}$$

где m - масса навески сульфата калия, г;

V - вместимость мерной колбы, см³;

96,062 - масса иона SO_4^{2-} ;

174,616 - молекулярная масса K_2SO_4 .

Проведение анализа

К 5 мл исследуемой пробы, отобранной в мерную колбу на 25 мл (или в стаканчик на 50 мл, или в колориметрическую пробирку с притертой пробкой) прибавляют 1-2 капли соляной кислоты (1:1) и 5 мл раствора осадителя, тщательно перемешивают. После 30 мин экспозиции измеряют оптическую плотность раствора в кюветах l= 20 мм со светофильтром при длине волны 364 нм.

Исследуемая проба воды с добавлением раствора осадителя, **приготовленного без $BaCl_2$** , является раствором сравнения.

Содержание сульфатов находят по калибровочному графику.

Построение калибровочного графика

Для построения калибровочной кривой в ряд мерных колб вместимостью 50 мл вносят 0,0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0 мл основного стандартного раствора K_2SO_4 (в 1 мл содержится 0,5 мг SO_4^{2-}) и доводят объем до метки дистиллированной водой. Приготовленные растворы содержат: 0,0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10; 12; 14; 16; 18; 20 мг/л SO_4^{2-} . Отмеривают по 5 мл из каждого раствора в мерные колориметрические пробирки с отметкой 10 мл).

В каждую пробирку со стандартным раствором прибавляют 1-2 капли HCl (1:1) и 5 мл раствора осадителя, тщательно перемешивают, через 30 мин измеряют оптическую плотность в кюветах l= 20 мм со светофильтром при длине волны 364 нм, затем строят калибровочный график.

Оптимальные интервалы концентраций для турбидиметрического определения сульфат-иона находятся в пределах 2—25 мг/л. При концентрации SO_4^{2-} меньше 2 мг/л необходимо предварительное концентрирование пробы воды упариванием.

Предварительное определение предполагаемого содержания сульфатов в пробе воды

Перед выполнением анализа проводят предварительное определение предполагаемого содержания сульфат-ионов в пробе воды следующим способом: в пробирку вносят 5 см³ исследуемой пробы воды, добавляют 4-5 капель соляной кислоты, разбавленной в соотношении 1:1 и 1,0 см³ 5%-ного раствора хлористого бария. По характеру образующейся мути и осадка (см. таблицу 1) ориентировочно определяют содержание сульфат-ионов в пробе воды и подбирают соответствующие объемы пробы воды для анализа.

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

Таблица 1

| Наименование показателя | Характер мути и осадка | | |
|---|---|---------------------------------|--------------------------------|
| | Отсутствие мути или слабая муть, появляющаяся через несколько минут | Слабая муть, появляющаяся сразу | Сильная муть, быстро оседающая |
| Массовая концентрация сульфат-ионов, мг/л | Менее 10 | От 10 до 100 включ. | Св. 100 |

Практическое занятие № 5. Определение массовой доли хлоридов в природных водах аргентометрическим методом

Сущность метода

Аргентометрический метод определения массовой концентрации хлоридов основан на образовании трудно растворимого осадка хлорида серебра при прибавлении раствора нитрата серебра к анализируемой воде. После полного осаждения хлоридов избыток ионов серебра реагирует с индикатором - хроматом калия - с образованием красновато-оранжевого осадка хромата серебра.

Теоретическая часть

В условиях динамичной урбанизации сохранение экологического равновесия весьма проблематично, особенно когда речь идет о городах со всеми присущими им проблемами и противоречиями. В этих условиях практически невозможно поддержание такого состояния природной среды, при котором обеспечивается ее саморегуляция. Химический состав атмосферных осадков отражает химический состав атмосферы, включающий как естественные, так и загрязняющие компоненты, и может быть использован в качестве индикатора качества воздушной среды. К загрязняющим относятся вещества, превышающие в концентрациях нормативы качества или уровня естественного содержания, а также привнесенные в результате деятельности человека. В настоящее время спектр загрязняющих компонентов в атмосфере городов очень широк. Он определяется спецификой промышленных предприятий, сельского хозяйства, климатических условий. Однако наиболее значимая доля загрязнений поступает в атмосферу в результате сжигания различных видов топлива, увеличивая содержание таких компонентов, как сульфаты, нитраты, хлориды, сажа и т.д.

Антропогенными источниками хлоридов, за исключением некоторых производств, преимущественно являются процесс сжигания каменного угля, сельскохозяйственная деятельность, а также применение эксплуатационными службами города в зимнее время на дорогах технической соли и других хлорсодержащих реагентов. Аэрозоль водносолевой смеси разносится ветром от транспортных магистралей на прилегающие территории.

Многолетними исследованиями показано, что концентрации хлоридов в атмосферных осадках изменяются в зависимости от географического положения местности, сезонности года, количества выпавших осадков и других факторов. Установлено, что зимой наблюдается повышение содержания хлоридов (и натрия) в атмосфере, обусловленное ухудшением метеорологических условий рассеяния примесей, увеличением числа промышленных выбросов, замедлением химических процессов трансформации веществ при низкой температуре воздуха.

Отбор и подготовка проб снега

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

При отборе проб снежного покрова необходимо руководствоваться следующими нормативными документами:

1) ГОСТ 17.1.5.05–85. «Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков».

Пробы помещают в стеклянную или полиэтиленовую (полипропиленовую) посуду. Мутную воду перед выполнением анализа фильтруют через промытый дистиллированной водой бумажный фильтр «синяя лента» (первую порцию фильтрата отбрасывают).

Хлориды являются одним из наиболее устойчивых компонентов, поэтому выполнение анализа можно проводить после измерения менее устойчивых соединений. Пробы не консервируют, хранят при комнатной температуре.

Оборудование, реактивы, материалы

1. Колбы конические вместимостью 250 мл.
2. Пипетки Мора различных объемов (от 5 до 100 мл).
3. Бюретки вместимостью 25 мл.
4. Воронки лабораторные.
5. Фильтры обеззоленные «синяя лента».
6. Серебро азотнокислородное, растворы с молярной концентрацией 0,02 моль/л
7. Раствор хромата калия, 10%.
8. Вода дистиллированная.

Подготовка к выполнению измерений

1. Приготовление раствора нитрата серебра, 0,02 моль/л.

1.1 100 мл приготовленного из стандарт-титра раствора нитрата серебра 0,1 моль/л с помощью пипетки с одной отметкой вместимостью 100 мл помещают в мерную колбу на 500 мл, добавляют дистиллированной воды до метки и перемешивают.

1.2 Для приготовления раствора 0,02 моль/дм³ из нитрата серебра (3,40±0,01) г AgNO₃ растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 1 л, доводят до метки и перемешивают. При наличии мути раствор отстаивают в течение нескольких дней и затем сливают с помощью сифона прозрачную жидкость в склянку из темного стекла для хранения. Срок хранения не более 3 мес.

Точную концентрацию раствора определяют титрованием стандартного раствора хлорида натрия не реже 1 раза в месяц.

2. Приготовление раствора хромата калия, 10%.

10 г реактива растворяют в небольшом объеме дистиллированной воды и доводят объем раствора дистиллированной водой до 100 мл.

3. Приготовление 10%-ного раствора (подкисленного азотной кислотой) азотнокислого серебра. 10 г AgNO₃ растворяют в 90 см³ дистиллированной воды и добавляют 1-2 капли HNO₃.

Ход работы

Перед выполнением анализа воды неизвестного состава следует произвести предварительную оценку содержания хлоридов.

В пробирку приливают 5 мл анализируемой воды, 3 капли 10%-ного раствора нитрата серебра. По характеру появляющейся мути (осадка) оценивают ориентировочную концентрацию хлоридов в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1- Предварительная оценка содержания хлоридов в неизвестной пробе воды

| Характер помутнения пробы | Ориентировочная концентрация хлоридов, мг/л |
|---------------------------------------|---|
| Опалесценция, слабая муть | От 1 до 10 включ. |
| Сильная муть | Свыше 10 до 50 включ. |
| Плавающие хлопья, осаждаются не сразу | Свыше 50 до 100 включ. |

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

| | |
|-----------------------|-----------|
| Белый объемный осадок | Свыше 100 |
|-----------------------|-----------|

Выполнение анализа

В коническую колбу вместимостью 250 мл помещают пипеткой аликвоту 100 мл. Если объем аликвоты меньше 100 мл, то его следует довести до 100 мл дистиллированной водой.

Добавляют 1 мл раствора хромата калия 10% и, при непрерывном помешивании, медленно титруют из бюретки раствором нитрата серебра. При массовой концентрации хлоридов 50 мг/л и менее используют 0.02 моль/л (М) раствор нитрата серебра, более 50 мг/л – 0.05 моль/л (М).

При титровании вначале образуется белый осадок хлорида серебра, при приближении к конечной точке титрования возникает оранжевая окраска. Конец титрования определяют по исчезающей оранжевой окраске, появляющейся от одной капли раствора нитрата серебра.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение двух титрований, если объем нитрата серебра не превышает 0,1 мл при расходе до 10 мл включительно и 0,2 мл при объеме более 10 мл.

Вычисление результатов

Массовую концентрацию хлоридов X, мг/л рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{35,453 \times V \times M \times 1000}{V_1},$$

где 35,453 – масса моля хлорид-иона, г/моль;

M - концентрация раствора нитрата серебра, моль/л (М);

V – объем нитрата серебра, израсходованный на титрование пробы, мл;

V₁ - объем аликвоты пробы воды, взятый для титрования, см³.

6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа

| № п/п | Наименование раздела | Наименование темы | Вид СР | Трудоемкость (час.) |
|-------|---|---|-----------|---------------------|
| 1. | Экологические проблемы биосферы | Возможные пути решения проблемы глобального потепления. | конс пект | 4 |
| | | Уникальные свойства воды. | конс пект | 4 |
| | | Современные методы ликвидации нефтяных разливов. | конс пект | 4 |
| | | Перспективы применения альтернативных источников энергетики. | конс пект | 4 |
| | | Применение возобновляемых источников энергии в условиях Камчатского края. | конс пект | 4 |
| | | Химизм экологических проблем атмосферы. | конс пект | 4 |
| | | Химические процессы в очистке сточных вод. | конс пект | 4 |
| | | Использование альтернативных источников энергии | конс пект | 4 |
| 2 | Химические элементы в биосфере. Экологический | Адаптаны живых организмов к условиям окружающей среды. | конс пект | 4 |
| | | Биоиндикаторы в природе. | конс | 4 |

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

| | | | |
|------------|---|--------------|---|
| мониторинг | | пект | |
| | Роль микроэлементов в функционировании биоконплексов. | конс пект | 4 |
| | Круговорот основных биогенных элементов. | конс пект | 4 |
| | Круговорот второстепенных элементов. | конс пект | 4 |
| | Воздействие абиотических факторов на живые организмы. | конс пект | 4 |
| | Хемомедиаторы, их функции и примеры химических соединений, выполняющих их роль. | конс пект | 4 |
| | Сущность методов химического анализа, применяемых в экологическом мониторинге. | конс пект | 4 |

7. Перечень вопросов на зачет

1. Что изучает экологическая химия.
2. Хемомедиаторы и их функции.
3. Глобальные проблемы экологии, хемофобия.
4. Элементы биогенные и второстепенные.
5. Макро- и микроэлементы.
6. Биогенные элементы – связующее звено между живой и неживой природой.
7. Блочная модель круговорота биогенных элементов в природе.
8. Биохимические циклы элементов. Круговороты элементов.
9. Круговорот азота, фосфора, углерода.
10. Методы очистки атмосферных выбросов.
11. Недостаток работы коммунального сектора.
12. Экологохимический аспект происхождения жизни на Земле.
13. Воздействие химического компонента абиотического фактора на живой организм.
14. Понятие о веществах – загрязнителях окружающей среды (ксенобиотики, поллютанты, экзогенные вещества, экотоксиканты, суперэкотоксиканты).
15. Понятие ПДК, ЛД50.
16. Экологические проблемы химии атмосферы. Ее строение.
17. Изменение климата – следствие парникового эффекта.
18. «Озоновый щит» и «озоновая дыра».
19. Загрязнители тропосферы.
20. Оксиды сер. Оксиды азота. Кислотные дожди.
21. Оксиды азота. Фотохимический смог.
22. Монооксид углерода (СО). Экологические ловушки. Примеры.
23. Экологические проблемы химии гидросферы. Гидрологический цикл. БПК.
24. Чистая и загрязненная вода.
25. Эутрофикация водоемов.
26. Сточные воды и их обработка.
27. Металлы как загрязнители воды (ртуть, свинец, кадмий).
28. Загрязнение воды: хлорорганические соединения, фосфорорганика, ПАВ и другие.

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

29. Нефть – загрязнитель гидросферы.
30. Тепловые и кислотные загрязнения воды.
31. Экологические проблемы литосферы.
32. Ресурсы и экология литосферы, антропогенный фактор загрязнения почвы.
33. Пестициды и литосфера.
34. Удобрения и регуляторы роста растений.
35. Химические источники пищи.
36. Радиоактивность как загрязняющий фактор, источники радиации.
37. Антропогенные источники радиации. Два типа биологических повреждений, вызываемых радиацией.
38. Экология и энергетика. Альтернативные источники энергии.
39. Использование энергии атома и воды.
40. Использование энергии солнца и ветра.
41. Производство биоэнергии, водородная энергетика.
42. Экологический мониторинг. Понятие биоиндикации.
43. Контроль загрязнений с помощью физико-химических методов анализа.
44. Экологизация производства.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение

8.1. Основная учебная литература:

1. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. / В.В. Добровольский. – М.: Академия, 2003. -397 с.
2. Ложниченко О.В. Экологическая химия : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.В. Ложниченко, И.В. Волкова, В.Ф.Зайцев. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. -272 с.
3. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого: учебник / В.И. Слесарев. - СПб.: Химиздат, 2005. – 784 с.
4. Цитович И.К. Курс аналитической химии: учебник / И.К. Цитович. – СПб.: «Лань», 2004. – 496 с.

8.2. Дополнительная учебная литература:

1. Бирюкова Н.А. Основы экологии : учеб.пособие. / Н.А. Бирюкова. – М.: Гуманитарный издательский центр «ВЛАДОС», 2004. -238 с.
2. Бродский А.К. Общая экология: учебник. / А.К. Бродский. - М.: Академия, 2006. – 254 с.
3. Вернадский В.И. Живое и биосфера. / В.И. Вернадский – М.: Наука, 1994. -669с.
4. Другов Ю.С. Экологическая аналитическая химия: учебное пособие для вузов / Ю.С. Другов, А.А. Родин.-СПб.: Анатолия, 2002, с. 464.
5. Исидоров В.А. Экологическая химия: учебник./ В.А. Исидоров. – СПб.: Химиздат, 2006. – 303 с.
6. Каттралл Роберт В. Химические сенсоры./ Роберт В. Каттралл.-М.: Научный мир, 2000.-144 с.
7. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский.- Ростов н /Д. : Феникс. -2006. -571 с.
8. Ломберг Б. Охладите! Глобальное потепление. Скептическое руководство. / Б. Ломберг.– СПб.: Питер, 2008. – 203 с.
9. Основы аналитической химии: практическое руководство / под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа, 2001. -463 с.
10. Поедем на биотопливе // Экология и жизнь. – 2006. -5(54). С.63.

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

11. Поливода Б.И. Биофизические аспекты радиационного поражения биомембран./Б.И. Поливода, В.В. Конев, Г.А. Попов.-М.: Энергоатомиздат, 1990.-160 с.
12. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: учеб. пособие для вузов/под ред. В.А. Попкова, А.В. Бабкова.- М.: Высшая школа, 2006.- 239 с.
13. Прохоров Б.Б. Экология человека : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б.Б. Прохоров. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.
14. Степановских А.С. Прикладная экология. / А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. -751 с.
15. Трушина Т.П. Экологические проблемы природопользования : учебник / Т.П. Трушина . – Ростов н/Д. : Феникс, 2009. – 407 с.
16. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия . Аналитика: учебник / Ю.А. Харитонов. – М.: Высшая школа, 2003. – Т.1.-615 с.
17. Хентов В.Я. Химия окружающей среды для технических вузов: учебное пособие / В.Я. Хентов – Ростов н/Д.: Феникс, 2005. -144 с.
18. Хлопоты вокруг выхлопов // Экология и жизнь. – 2006. -2(51). – С.49-50.
19. Шустов С.Б. Химические основы экологии: учебное пособие / С.Б.Шустов, Л.В.Шустова - М.: Просвещение, 1994. – 239 с.

8.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

1. <http://www.chem.msu.ru/> - Портал фундаментального химического образования МГУ
2. <http://chemport.ru/> - Химический портал
3. <http://www.xumuk.ru/> - Сайт о химии
4. <http://www.chem.msu.ru/> - Портал фундаментального химического образования МГУ.
5. <http://chemport.ru/> - Химический портал.
6. <http://www.xumuk.ru/> - Сайт о химии.
7. <http://bibl.kamgru.ru> - Сайт библиотеки КамГУ.
8. www.elibrary.ru - eLibrary – Научная электронная библиотека.
9. <https://urait.ru/> - Образовательная платформа Юрайт.

8.4. Информационные технологии: участие в административном тестировании, работа в системе Moodle.

9. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

Форма промежуточной аттестации – зачет.

Критерии оценивания устных ответов и письменных работ

| Форма работы | Критерии оценивания |
|---|---|
| 1. Систематическая проработка конспектов занятий, учебной и специальной литературы. | качество уровня освоения учебного материала; умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач или ответе на практико-ориентированные вопросы; обоснованность и четкость изложения ответа. |
| 2. Подготовка к контрольным работам, экзамену (и другим формам контроля). | качество уровня освоения учебного материала; умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач или ответе на |

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

| | |
|---|--|
| | практико-ориентированные вопросы; обоснованность и четкость изложения ответа. |
| 3 Самостоятельное изучение материала и конспектирование учебной и специальной литературы. | краткое изложение (при конспектировании) основных теоретических положений темы; логичность изложения ответа; уровень понимания изученного материала. |
| 4 Написание и защита доклада (реферата), подготовка к сообщению или семинару по заданной преподавателем теме. | полнота и качественность информации по заданной теме; свободное владение материалом сообщения/доклада/реферата; логичность и четкость изложения материала; наличие и качество презентационного материала. |
| 5. Выполнение практических расчетных заданий. | грамотная запись условия задачи и ее решения; грамотное использование формул; грамотное использование справочной литературы; точность и правильность расчетов; обоснование решения задачи. |
| 6. Оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к их защите. | оформление лабораторных и практических работ в соответствии с требованиями, описанными в методических указаниях; качественное выполнение всех этапов работы; необходимый и достаточный уровень понимания цели и порядка выполнения работы; правильное оформление выводов работы; обоснованность и четкость изложения ответа на контрольные вопросы к работе. |

Критерии оценивания различных форм промежуточной аттестации

| Уровень сформированности компетенции | Уровень освоения дисциплины (оценка) | Форма промежуточной аттестации | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---|---------|------------------------|
| | | Зачет | Дифференцированный зачет | Экзамен | Защита курсовой работы |
| | | Универсальные критерии оценивания | | | |
| Высокий | зачтено // отлично | Продemonстрированы глубокие знания программного материала, а также сформированность всех дескрипторов компетенции: знаний, умений, навыков. Ответы логически последовательны, содержательны. Стиль изложения научный. Применение умений и навыков уверенное. | Продemonстрировано всестороннее и глубокое освещение избранной темы (проблематики), а также умение работать с источниками, делать теоретические и практические выводы. Ответ логически последователен, содержателен. Стиль изложения научный с использованием терминологии. | | |
| Базовый | зачтено // хорошо | Продemonстрированы глубокие знания программного материала, а также успешная сформированность дескрипторов компетенции: знаний, умений, навыков. Ответы логически последовательны, содержательны. Стиль изложения научный. Вместе с тем, студентом допущены ошибки, имеет место пробелы в умениях и навыках. | Продemonстрировано глубокое освещение избранной темы (проблематики), а также умение работать с источниками, делать теоретические и практические выводы. Ответ логически последователен, содержателен. Стиль изложения научный с использованием терминологии. Вместе с тем, студентом допущены ошибки. | | |

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

| | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|--|--|
| Пороговый | зачтено // удовлетворительно | Продемонстрированы не достаточные знания программного материала, имеются затруднения в понимании сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений. Сформированы дескрипторы компетенции: знания, умения, навыки порогового уровня. | Продемонстрировано в основном владение материалом, а также умение работать с источниками, делать выводы. Вместе с тем, недостаточно четко отражены результаты исследования, студентом допущены ошибки. |
| Компетенции не сформированы | не зачтено // неудовлетворительно | Ответ фрагментарен, нелогичен. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими вопросами дисциплины. Терминология не используется. Дескрипторы компетенции: знания, умения, навыки не сформированы (теоретические знания разрознены, умения и навыки отсутствуют) // Либо ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказывается от ответа. | Ответ фрагментарен, нелогичен. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса (проблематики исследования) с другими вопросами дисциплины. Терминология не используется. Теоретические знания разрознены, умения и навыки отсутствуют // Либо ответ на вопрос полностью отсутствует или студент отказывается от ответа. |

10. Материально-техническая база

Для реализации дисциплины оборудована учебная аудитория, укомплектованная учебной мебелью, мультимедийной техникой (проектор и ноутбук), экраном. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации ОП ВО по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Экология», включает в себя специализированные помещения, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности. Для лабораторных занятий имеются реактивы, лабораторная посуда, специализированная литература.

Оснащение кабинета химии (ауд. 51) и лаборантской:

1. Весы лабораторные Аcom JW-1-300
2. Аквадистиллятор
3. Ванна ультразвуковая УЗВ-14
4. Весы лабораторные электронные аналитические
5. Весы ВЛЭТ-500 с гирей
6. Колбонагреватели ПЭ-4120М
7. Печь муфельная
8. рН-милливольтметр рН-150М
9. рН-метр РН-213 стационарный
10. Фотоэлектроколориметр КФК -3-01
11. Центрифуга ЦЛМН «Элекон»
12. Шкаф суховоздушный ШС-80-01
13. Шкаф сушильный Binder
14. Фотометр (фотоэлектроколориметр) КФК-03-01
15. Термостат ТW-20
16. Дозаторы 1-о канальные НТЛ
17. Химические реактивы.
18. Лабораторное стекло.

| | |
|---|--------------------|
| ОПОП | СМК-РПД-В1.П2-2023 |
| Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.06.07 «Химия окружающей среды» для направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)», профили подготовки «Химия» и «Биология» | |

Для самостоятельной подготовки студентов оборудовано помещение с учебной мебелью, компьютерами и подключением к сети Интернет.