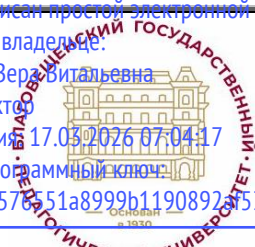
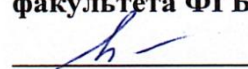


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Щёкина Вера Битальевна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 17.03.2026 07:04:17  
Уникальный программный ключ:  
a2232a55157e576551a8999b1190892af53989420420336ffbf573a434e57789

	<b>МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b>
	<b>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»</b>
	<b>ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА Рабочая программа дисциплины</b>

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан естественно-географического  
факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»

  
**И.А. Трофимова**  
«29» мая 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины  
«ИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

**Направление подготовки  
44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
(с двумя профилями подготовки)**

**Профиль  
«БИОЛОГИЯ»**

**Профиль  
«ХИМИЯ»**

**Уровень высшего образования  
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры химии  
(протокол № 8 от «22» мая 2024 г.)**

**Благовещенск 2024**

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....</b>	<b>3</b>
<b>2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ) .....</b>	<b>5</b>
<b>4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>7</b>
<b>6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА.....</b>	<b>21</b>
<b>7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ .....</b>	<b>28</b>
<b>8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....</b>	<b>29</b>
<b>9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ .....</b>	<b>29</b>
<b>10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА .....</b>	<b>30</b>
<b>11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ .....</b>	<b>32</b>

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**1.1 Цель дисциплины:** развитие аналитического мышления у студентов, обучение их проведению анализа веществ и объектов окружающей среды с помощью химических, инструментальных и биоиндикационных методов, формирование у студентов представлений о возможностях биологического контроля состояния окружающей среды.

### 1.2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Индикация состояния окружающей среды» относится к дисциплинам по выбору студента части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока Б1 (Б1.В.03.ДВ.02.02).

Для освоения дисциплины «Индикация состояния окружающей среды» обучающиеся используют знания, умения, сформированные в ходе изучения дисциплин «Основы общей химии», «Аналитическая химия».

### 1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: ПК-2:

- **ПК-2.** Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования, **индикаторами** достижения которой являются:

- ПК-2.2 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов химии (неорганической, аналитической, органической, физической, химии ВМС, химических основ биологических процессов, химической технологии) для решения теоретических и практических задач;

- ПК-2.3 Разрабатывает методические и нормативные материалы в рамках профессиональной деятельности.

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения.** В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать:**

- теоретические основы индикации состояния окружающей среды;
- современные методы количественного анализа и биологической индикации;
- основные биологические, химические понятия, биологические законы и явления;
- современные источники и причины загрязнения окружающей среды;
- методы и способы обработки информации результатов химического эксперимента, результатов наблюдений и измерений.

- **уметь:**

- использовать современные информационные технологии для сбора и анализа экологической информации;
- использовать приборы и оборудование при индикационных исследованиях;
- применять методы индикации окружающей среды на практике;
- применять на практике знание биологических законов и явлений.

- **владеть:**

- навыками анализа и представления экологических данных;
- навыками организации и проведения индикационных исследований; навыками работы с приборами и оборудованием;
- навыками анализа состояния окружающей среды;
- знаниями для решения исследовательских и прикладных задач.

**1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Индикация состояния окружающей среды»** составляет 2 зачетных единицы (далее – ЗЕ) (72 часа).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

### 1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности (очная форма обучения)**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 8
Общая трудоемкость	72	72
Аудиторные занятия	42	42
Лекции	18	18
Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа	30	30
Вид итогового контроля:		зачет

## 2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### Учебно-тематический план (очная форма обучения)

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные занятия	
1.	Введение в индикацию состояния окружающей среды	4	4		2
2.	Химико-аналитический контроль состояния окружающей среды	14	6	8	20
3.	Определение общей жесткости воды трилонометрическим методом			2	
4.	Качественный анализ сточных вод			2	
5.	Определение качества природной воды			4	
6.	Биологические методы оценки состояния окружающей среды	24	8	16	8
7.	Оценка экологического состояния почв			4	
8.	Биоиндикация токсичности осадков биотестирования снежного покрова			2	
9.	Определение накопления органического вещества в биомассе растений и в почве			4	
10.	Определение влажности листьев и их тургорного состояния как индикационных признаков в условиях уличных посадок городских экосистем			4	
11.	Кресс-салат как тест-объект для оценки загрязнения почвы и воздуха			2	
<b>ИТОГО</b>		42	18	24	30

### Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Качественный анализ сточных вод	ЛБ	Работа в малых группах	4
2.	Определение качества природной воды	ЛБ	Кейс-задания	4
3.	Оценка экологического состояния почв	ЛБ	Работа в малых группах	4
<b>ИТОГО</b>				<b>12</b>

### 3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

#### РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В ИНДИКАЦИЮ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Общие понятия об индикации состояния окружающей среды. Основные компоненты природной среды. Классификация загрязняющих веществ по виду воздействия и механизму токсического действия. Предельно допустимые концентрации. Приоритетные загрязняющие вещества. Суперэкоотоксиканты. Методы индикации состояния окружающей среды. Показатели качества атмосферного воздуха, природных вод, состояния почв. Пробоотбор и пробоподготовка газовых, жидких и твердых матриц.

#### РАЗДЕЛ 2. ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Классификация методов анализа. Химические, физико-химические и физические методы анализа. Системы качественного анализа. Аналитические реакции катионов и анионов.

Весовые методы анализа (гравиметрия). Теоретические основы. Классификация весовых методов анализа. Методы осаждения, отгонки, выделения. Чувствительность и точность весовых методов анализа. Недостатки гравиметрии. Применение гравиметрии в индикации состояния объектов окружающей среды.

Объемные методы анализа (титриметрия). Количество вещества эквивалентов. Закон эквивалентности. Достоинства титриметрии. Применение в оценке состояния окружающей среды.

Фотометрический анализ. Построение градуировочных графиков. Спектрофотометры. Чувствительность и погрешность фотометрических и спектрофотометрических методов. Применение в индикации состояния окружающей среды.

Основные проблемы анализа городского воздуха, воздуха рабочей зоны, промышленных и транспортных выбросов. Способы и методы отбора проб воздуха. Химический состав воздуха. Определение неорганических компонентов воздуха природного и техногенного происхождения: озона, оксидов углерода, азота, серы, аммиака, сероводорода. Определение органических соединений: алифатических и ароматических углеводородов, карбонильных и хлорорганических соединений, фенолов, спиртов, эфиров металлоорганических соединений, меркаптанов, алифатических аминов. Анализ газовых выбросов транспорта. Аэрозоли: образование в атмосфере, роль в переносе нелетучих загрязняющих веществ.

Индикация состояния водной среды. Определение обобщенных физических и физико-химических показателей, определяющих качество воды: прозрачности, мутности, цветности, водородного показателя, окислительно-восстановительного потенциала, щелочности, растворенного кислорода, окисляемости, химического и биохимического потребления кислорода. Определение индивидуальных неорганических компонентов: хлоридов, фторидов, нитритов, нитратов, фосфатов, серосодержащих анионов, ионов аммония, щелочных и щелочно-земельных металлов. Определение жесткости воды. Определение свободного хлора. Формы существования тяжелых металлов и радионуклеидов в водах. Способы их концентрирования.

Природные органические вещества. Общая оценка содержания органических веществ: органического углерода, азота и фосфора. Основные классы загрязняющих органических веществ: поверхностно-активные вещества, фенолы, нефтепродукты, полиароматические углеводороды, азот-, серо- и фосфорсодержащие пестициды, хлорорганические (хлорсодержащие пестициды, полихлорированные бифенилы, полихлордibenзофураны, полихлорди-бензо-п-диоксины).

Источники попадания, устойчивость в окружающей среде, токсичность, методы извлечения, концентрирования, разделения и определения.

Индикация почвы и донных отложений. Особенность почвы как объекта изучения. Химический состав почв. Гумусовые вещества. Строение, реакционная способность, функ-

ции в окружающей среде. Определение обобщенных показателей: емкости катионного обмена, кислотности, окислительно-восстановительного потенциала, содержания легко растворимых солей, биологической активности. Определение неорганических компонентов. Элементный и молекулярный анализ. Особенности пробоподготовки.

### **РАЗДЕЛ 3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Общая характеристика биологических методов индикации. Биоиндикация и биотестирование. Биоиндикаторы, требования, предъявляемые к их выбору. Виды и типы биоиндикации. Биоиндикация воздушной среды. Основные загрязнители воздушной среды.

Виды биоиндикации воздушной среды. Биоиндикация водной среды. Характеристика основных индикаторных тест объектов. Биотический индекс водных экосистем.

Биоиндикация почв. Показатели состояния почвы. Биоиндикация плодородия почв.

Биоиндикация кислотности, избыточного содержания химических элементов и фитотоксичности. Области применения биоиндикации.

### **4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Обучение складывается из аудиторных занятий, включающих лекционные и лабораторные занятия, и самостоятельной работы. В соответствии с требованиями ФГОС ВО в учебном процессе широко используются интерактивные формы проведения занятий. Приступая к изучению дисциплины, необходимо, в первую очередь, ознакомиться с содержанием рабочей программы учебной дисциплины. Входной контроль знаний и умений осуществляется в виде тестирования. Текущий контроль знаний и умений включает проведение коллоквиумов, выполнение контрольных работ, отчетов по лабораторным работам, подготовку рефератов. Итоговый контроль знаний и умений предполагает сдачу зачета с оценкой в устной форме.

#### *Методические рекомендации к лекциям*

Внимательное слушание лекции, уяснение основного её содержания, краткая, но разборчивая запись лекции – неперемное условие успешной самостоятельной работы каждого студента. Поэтому студентам, присутствующим на лекциях, важно не только внимательно слушать преподавателя, но и конспектировать основные положения. Конспектирование представляет собой сжатое и свободное изложение наиболее важных вопросов темы. Необходимо избегать механического записывания текста лекции без осмысливания его содержания. Перед записью надо постараться вначале понять смысл сказанного, необходимо стараться отделить главное от второстепенного и, прежде всего, записать основной материал, ключевые понятия. Если существует необходимость прибегнуть к сокращению, то надо употреблять общепринятые сокращения.

#### *Методические рекомендации к практическим занятиям*

Лабораторные занятия позволяют выработать умения и навыки, полезные преподавателю химии в будущей педагогической практике. После лекции студент должен познакомиться с планом лабораторного занятия, изучить литературу и информационные ресурсы по изучаемой теме. Это поможет ему выполнить задания на занятиях. Во время лабораторной работы студент должен составить в тетради описание работы, дополнить расчетами, выводами. При необходимости он может проконсультироваться с преподавателем.

#### *Методические рекомендации к организации самостоятельной работы*

Самостоятельная работа студентов подразумевает написание реферата, подготовку к тестированию, контрольным работам, коллоквиуму. Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы и выполняется в пределах часов, отводимых на её изучение (в разделе СРС). Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам университета и кафедры.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1.	Введение в индикацию состояния окружающей среды	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	2
2.	Химико-аналитический контроль состояния окружающей среды	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	20
3.	Биологические методы оценки состояния окружающей среды	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	8
<b>ИТОГО</b>			<b>30</b>

### 5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

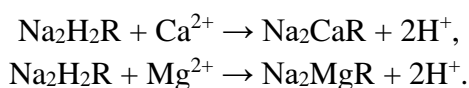
№	Тема занятия	Тема лабораторной работы	Всего часов
1.	Химико-аналитический контроль состояния окружающей среды	Определение общей жесткости воды трилонометрическим методом	2
		Качественный анализ сточных вод	2
		Определение качества природной воды	4
2.	Биологические методы оценки состояния окружающей среды	Оценка экологического состояния почв	4
		Биоиндикация токсичности осадков биотестирования снежного покрова	2
		Определение накопления органического вещества в биомассе растений и в почве	4
		Определение влажности листьев и их тургорного состояния как индикаторных признаков в условиях уличных посадок городских экосистем	4
		Кресс-салат как тест-объект для оценки загрязнения почвы и воздуха	2
<b>Итого</b>			<b>24 ч</b>

#### Лабораторная работа № 1

##### Определение общей жесткости воды трилонометрическим методом

**Цель работы:** определить общую жесткость природных вод. Сделать вывод о соответствии полученных результатам нормам.

Ионы кальция и магния образуют прочные соединения с Трилоном Б (двуназриевой солью этилендиаминтетрауксусной кислоты):



Индикаторами при этом методе служат азокрасители: хромоген черный или кислотный хром темно-синий, образующие с ионами кальция и магния соединения, окрашенные иначе, чем сам краситель. Например, водный раствор хромогена черного имеет синюю окраску с зеленоватым оттенком, соединение индикатора с ионами кальция и магния – вишнево-красную. Произведение растворимости (ПР) кальциевой (магниевой) соли индикатора ниже ПР кальциевого (магниевого) соединения Трилона Б, поэтому при добавлении Трилона Б в воду, окрашенную индикатором хромоген черный в вишнево-красный цвет, должен наступить момент, когда окраска перейдет в синий с зеленоватым оттенком цвет. Это будет соответствовать точке эквивалентности, т. е. завершению реакции обмена между ионами кальция (магния) индикатора на ионы натрия Трилона Б.

Титрование Трилоном Б протекает нормально при pH ~ 10-11, поэтому в испытуемый водный раствор до титрования Трилоном Б следует ввести соответствующий буферный раствор для поддержания постоянства pH.

### Ход определения и расчет

В коническую колбочку отберите необходимое количество испытуемой воды (100 мл, 50 мл или 25 мл в зависимости от предлагаемой жесткости воды), прилейте 5 мл аммиачного буферного раствора, 5-7 капель индикатора и эту смесь медленно титруйте раствором Трилона Б до перехода цвета раствора к синему. Опыт повторите 2-3 раза и возьмите среднее значение количества мл Трилона Б, пошедшего на титрование.

Вычисление жесткости (Ж) в ммоль·л<sup>-1</sup> проведите по формуле

$$Ж = \frac{V_1 \cdot K \cdot 0,05 \cdot 1000}{V_2} = \frac{50 \cdot V_1 \cdot K}{V_2}, \text{ где}$$

V<sub>1</sub> – объем раствора Трилона Б, израсходованный на титрование пробы воды, мл; K – поправочный коэффициент для Трилона Б (для приведения к 0,05 н); V<sub>2</sub> – объем воды, взятой для анализа, мл.

### Вопросы

1. Чем обусловлена жесткость воды? Метод определения.
2. Почему при определении жесткости воды используют индикатор?
3. Что такое точка эквивалентности?

## Лабораторная работа № 2

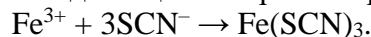
### Качественный анализ сточных вод

**Цель:** определить качественный состав природных вод

#### 2.1 Обнаружение иона Fe<sup>3+</sup>

##### 1. Взаимодействие с роданидом аммония

Роданид аммония (NH<sub>4</sub>SCN) образует с ионами Fe<sup>3+</sup> роданид железа Fe(SCN)<sub>3</sub>, представляющий собой растворимое в воде вещество кровавокрасного цвета:



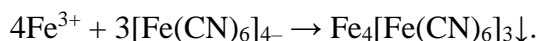
Это одна из важнейших и наиболее чувствительных реакций иона Fe<sup>3+</sup>. Обнаружению мешают сильные окислители (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, KMnO<sub>4</sub> и др.), так как они разрушают роданид-ионы, а также фториды, соли фосфорной, щавелевой, винной, лимонной и некоторых других кислот, образующие с ионом Fe<sup>3+</sup> малодиссоциирующие комплексные соединения.

##### Проведение опыта

Поместите в пробирку 1-2 мл исследуемого раствора, столько же HCl и по каплям добавляйте раствор роданида аммония. Появление кровавокрасного окрашивания является признаком присутствия в пробе ионов Fe<sup>3+</sup>.

##### 2. Взаимодействие с гексацианоферратом (II) калия

Гексацианоферрат (II) калия  $K_4[Fe(CN)_6]$  (желтая кровавая соль) в слабокислых растворах образует с ионами  $Fe^{3+}$  темно-синий осадок «берлинской лазури»:



*Берлинская лазурь*

Другие катионы не мешают проведению этой реакции.

*Проведение опыта*

К 1-2 мл пробы сточной воды добавьте 1 мл 2 М раствора HCl и по каплям прибавляйте раствор  $K_4[Fe(CN)_6]$ . Образование темно-синего осадка свидетельствует о присутствии ионов  $Fe^{3+}$ .

## 2.2 Обнаружение иона $Fe^{2+}$

*Взаимодействие с гексацианоферратом (III) калия.*

Гексацианоферрат (III) калия  $K_3[Fe(CN)_6]$  (красная кровавая соль) в слабокислом растворе образует с ионами  $Fe^{2+}$  синий осадок «турнбулевой сини»:



Осадок нерастворим в кислотах, но разлагается щелочами. Эта реакция наиболее характерна для ионов  $Fe^{2+}$ . Обнаружению  $Fe^{2+}$  с помощью красной кровавой соли не мешают другие катионы.

*Проведение опыта*

К 1-2 мл исследуемой сточной воды добавьте равный объем соляной кислоты и по каплям прибавляйте раствор  $K_3[Fe(CN)_6]$ . Образование синего осадка турнбулевой сини является доказательством присутствия ионов  $Fe^{2+}$ .

## 2.3 Обнаружение иона $Co^{2+}$

*Взаимодействие с роданидом аммония*

В слабокислой среде ионы  $Co^{2+}$  образуют с  $NH_4SCN$  комплексные ионы состава  $(NH_4)_2[Co(SCN)_4]$ :



При этом раствор окрашивается в синий цвет. Если к полученному раствору прибавить амиловый спирт, то образовавшееся соединение извлекается спиртом и окрашивает его в синий цвет.

*Проведение опыта*

Эту реакцию можно провести капельным методом. На фильтровальную бумагу последовательно нанесите каплю анализируемого раствора и раствора  $NH_4SCN$ . После этого бумагу аккуратно подсушите над плиткой или над пламенем спиртовки. При наличии ионов  $Co^{2+}$  пятно по мере высыхания окрашивается в синий цвет. При таком способе проведения реакции другие катионы не мешают обнаружению  $Co^{2+}$ .

## 2.4 Обнаружение иона хрома (VI)

Если к раствору, содержащему хромат или бихромат-ионы, прибавить серную или азотную кислоту до pH 2-3, а затем пероксид водорода, то появляется синее окрашивание, обусловленное образованием пероксидного соединения хрома – надхромовой кислоты  $H_2CrO_6$ :



Надхромовая кислота в водной среде быстро разлагается. Поэтому рекомендуется прибавлять несколько капель органического растворителя, в котором надхромовая кислота более устойчива. Эта реакция позволяет обнаружить ионы хрома (VI) в присутствии любых других ионов.

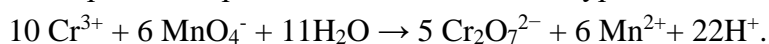
*Проведение опыта*

К 1-2 мл исследуемого раствора, подкисленного азотной кислотой, прибавьте несколько капель изоамилового спирта, 1-2 мл  $\text{H}_2\text{O}_2$  и раствор взболтайте. Окрашивание всплывающего наверх слоя органического растворителя в ярко-синий цвет свидетельствует о присутствии в растворе ионов шестивалентного хрома.

## 2.5 Обнаружение иона $\text{Cr}^{3+}$

*Окисление  $\text{Cr}^{3+}$  в хром (VI).*

Обнаружение иона  $\text{Cr}^{3+}$  основано на его окислении до хрома (VI) с последующим его определением по методике, приведенной в предыдущем опыте. Таким образом, обнаружение  $\text{Cr}^{3+}$  возможно только при отсутствии в растворе соединений хрома (VI). В щелочной среде в качестве окислителей могут быть использованы галогены: хлор, бром, а также пероксид водорода. В кислой среде – перманганат калия или персульфат аммония. Например, с перманганатом калия реакция протекает в соответствии с уравнением



*Проведение опыта*

Налейте в пробирку 1-2 мл испытуемого раствора, столько же  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 2-3 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ . Нагрейте реакционную смесь. Чтобы иметь уверенность в том, что перманганата калия хватило на окисление всех присутствующих в растворе восстановителей, в том числе и на окисление  $\text{Cr}^{3+}$ , его нужно добавлять до тех пор, пока раствор (по окончании нагревания) не будет окрашен в малиново-фиолетовый цвет. При этом перманганат калия образует при взаимодействии с сульфатом марганца осадок диоксида марганца коричневого цвета

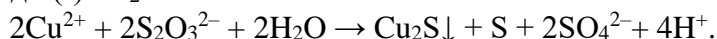


Добившись появления малиново-фиолетового окрашивания раствора, осадок отфильтруйте, а раствор испытайте (после охлаждения) на присутствие ионов хрома (VI) реакцией образования надхромовой кислоты (см. предыдущий опыт).

## 2.6 Обнаружение ионов $\text{Cu}^{2+}$

Взаимодействие с тиосульфатом натрия.

Тиосульфат натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  в кислой среде при нагревании образует с ионами  $\text{Cu}^{2+}$  черный осадок сульфида меди (I)  $\text{Cu}_2\text{S}$ :



*Проведение опыта*

Поместите в пробирку 1-2 мл исследуемого раствора, несколько капель 1М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 2-3 кристаллика  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Полученную смесь нагрейте почти до кипения. Образование черного осадка свидетельствует о наличии в растворе ионов  $\text{Cu}^{2+}$ .

## 2.7 Обнаружение ионов $\text{Ni}^{2+}$

Избирательным и чувствительным реагентом для обнаружения ионов никеля является диметилглиоксим. В аммиачном растворе он образует с ионами  $\text{Ni}^{2+}$  осадок малинового цвета.

*Проведение опыта*

Реакцию проводят капельным методом.

### 1. В отсутствие мешающих ионов

На фильтровальную бумагу последовательно нанесите по одной капле исследуемого раствора и диметилглиоксима, затем обработайте мокрое пятно парами аммиака (в течение 1-

2 мин держите над склянкой с концентрированным раствором аммиака). При наличии в пробе ионов никеля пятно окрашивается в красный цвет.

## 2. В присутствии мешающих ионов

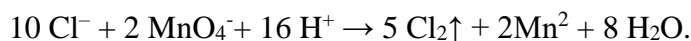
На полоску бумаги поместите каплю раствора  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , после чего в центр получившегося влажного пятна нанесите каплю исследуемого раствора, затем еще каплю раствора  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . После вторичной обработки раствором  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  обведите пятно по периферии капилляром с раствором диметилглиоксима и обработайте парами аммиака. В присутствии  $\text{Ni}^{2+}$  образуется розовое пятно.

Роль  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  заключается в том, что он образует с катионами, мешающими обнаружению, труднорастворимые фосфаты, например  $\text{FePO}_4$ , которые остаются в центре пятна. Более растворимый фосфат никеля располагается по периферии пятна, где его и открывают.

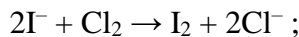
## Обнаружение аниона $\text{Cl}^-$

Окисление хлорид-ионов и образование хлора

Сильные окислители ( $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{KClO}_3$  и др.) в кислой среде окисляют анион  $\text{Cl}^-$  до свободного хлора, например:



Для обнаружения газообразного хлора можно использовать влажную йодкрахмальную бумагу, которая в присутствии хлора синееет в результате реакции



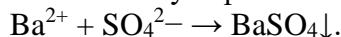
### *Проведение опыта*

К нескольким каплям испытуемого раствора добавьте такой же объем раствора  $\text{KMnO}_4$ , 2-3 капли концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и нагрейте (под тягой!). Посинение влажной йодкрахмальной бумаги, поднесенной к выходу из пробирки, свидетельствует о наличии хлорид-ионов в анализируемом растворе. Раствор  $\text{KMnO}_4$  в ходе реакции обесцвечивается, а при избытке окислителя образуется коричнево-бурый диоксид марганца.

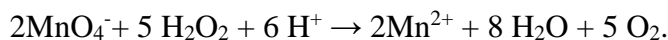
## Обнаружение ионов $\text{SO}_4^{2-}$

Образование малорастворимого сульфата бария.

Наиболее характерным свойством  $\text{SO}_4^{2-}$  является образование нерастворимого в кислотах осадка  $\text{BaSO}_4$ . Это свойство отличает сульфатион от всех других анионов:



Реакция между  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Ba}^{2+}$  становится еще более специфичной при добавлении небольшого количества разбавленного раствора  $\text{KMnO}_4$ . При этом образуются смешанные кристаллы красно-фиолетового цвета благодаря частичному захвату  $\text{KMnO}_4$  осаждающимся сульфатом бария. Окрашенные изоморфные кристаллы не обесцвечиваются при добавлении пероксида водорода, в то время как  $\text{KMnO}_4$ , оставшийся в растворе, восстанавливается с образованием бесцветного  $\text{Mn}^{2+}$ :



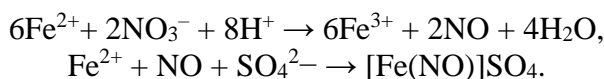
### *Проведение опыта*

К 2-3 каплям испытуемого раствора, подкисленного уксусной кислотой, добавьте 2-3 капли 0,01н раствора  $\text{KMnO}_4$  и 1-2 капли нитрата бария, а через некоторое время 1-2 капли  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Образование окрашенного красно-фиолетового осадка, не обесцвечивающегося при добавлении  $\text{H}_2\text{O}_2$ , свидетельствует о присутствии в испытуемом растворе сульфат-ионов.

## Обнаружение ионов $\text{NO}_3^-$

Взаимодействие с сульфатом железа (II). Реакция бурого пятна.

Сульфат железа (II)  $\text{FeSO}_4$  в присутствии серной кислоты образует с  $\text{NO}_3^-$  комплексное соединение  $[\text{Fe}(\text{NO})]\text{SO}_4$  бурого цвета:



Реакции мешают анионы  $\text{Br}^-$  и  $\text{I}^-$ , которые дают сходные по окраске  $\text{Br}_2$  и  $\text{I}_2$ .

### Проведение опыта

В пробирку или на часовое стекло поместите 1-2 кристаллика  $\text{FeSO}_4$ , добавьте 1-2 капли испытуемого раствора, а затем каплю концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Образование вокруг кристаллов бурого кольца свидетельствует о присутствии нитрат-ионов.

Результаты опыта по качественному анализу сточной воды занесите в таблицу.

Определяемый ион	Уравнение реакции	Условия проведения	Ожидаемый эффект	Наблюдения	Вывод

## Лабораторная работа 3

### Определение качества природной воды

**Цель занятия:** рассмотреть химический состав пресных вод, провести качественный анализ водопроводной воды, выявить влияние солей тяжелых металлов, содержащихся в воде на биологические системы.

**Объекты исследования:** водопроводная и речная вода.

**Оборудование и реактивы:** цилиндры, колбы широкогорлые на 150-200 мл, мерная колба на 50 мл, часовое стекло, пробирки диаметром 13-14 мм, пипетки, стеклянные палочки, фарфоровые чашки, белый экран (бумага), спиртовки, асбестовые сетки, электроплита, водяная баня, анализируемая вода, дистиллированная вода, реактив Неслера, 50%-ный раствора тартрата калия натрия (сегнетова соль), 0,5%-ный раствор салицилат натрия, раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (10 н.), раствор  $\text{NaOH}$  (10 н.),  $\text{NH}_4\text{OH}$  (конц.), раствор  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (2 н.), 2%-ный раствор  $\text{KI}$ .

### Порядок выполнения работы:

#### Опыт № 1. Органолептические свойства воды.

##### А) Определение цвета воды:

В цилиндр наливают исследуемую воду. Просматривают цилиндр сверху на белом фоне, отмечая цвет, оттенок, интенсивность окраски воды (цвет воды может быть желто-зеленым, оранжевым, желтым, красным, бурым, синим, сине-зеленым, зеленым).

##### Б) Определение запаха воды:

100 мл исследуемой воды при  $20^\circ\text{C}$  наливают в колбу емкостью 150 – 200 мл с широким горлом, накрывают часовым стеклом или притертой пробкой, встряхивают вращательным движением. Затем открывают пробку или сдвигают в сторону часовое стекло и быстро определяют характер и интенсивность запаха. Затем колбу нагревают до  $60^\circ\text{C}$  на водяной бане и также оценивают запах.

#### 6. Запахи естественного происхождения:

Характер запаха	Примерный ряд запаха
Ароматический	Огуречный, цветочный
Болотный	Илистый, тинистый
Гнилостный	Фекальный, сточной водой

Древесный	Мокрой щепы, древесной коры
Землистый	Прелый, свежевспаханной земли, глинистый
Плесневый	Затхлый, застойный
Рыбный	Рыбы, рыбьего жира
Сероводородный	Тухлых яиц
Травянистый	Скошенной травы, сена
Неопределенный	Не подходящий под предыдущие определения

2) Запахи искусственного происхождения: хлорфенольный, камфорный, бензиновый, хлорный и т.п.

**в) Определение вкуса и привкуса воды:**

Из химического стакана в рот набирают 10 – 15 мл воды, держат несколько секунд, не проглатывая, определяют характер и интенсивность вкуса и привкуса.

Вкус: соленый, горький, сладкий, кислый.

Привкус: хлорный, рыбный, металлический и т.п.

**Опыт №2. Определение биогенных элементов в воде.**

**А) Определение содержания аммиака и ионов аммония (с реактивом Неслера).**

В пробирку наливают 1 мл исследуемой воды, прибавляем 0,2 – 0,3 мл 50%-ого раствора тартрата калия натрия и 0,2 мл реактива Неслера. Через 10 – 15 минут проводят приближенное определение содержания аммиака и ионов аммония.

Оценка результатов составляется по таблице.

Ориентировочное содержание аммиака и ионов аммония

Оценка при рассматривании		Аммиак и ионы аммония	
сбоку	Сверху	NH <sub>3</sub> мг/л	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> мг/л
Нет	Нет	0,04	0,05
Нет	Чрезвычайно слабая желтоватая	0,08	0,1
Чрезвычайно слабая	Слабо желтоватая	0,2	0,3
Очень слабая желтоватая	Желтоватая	0,4	0,5
Слабо желтоватая	Светло-желтая	0,8	1
Светло-желтоватая	Желтая	2	2,5
Желтая	Буро-желтая	4	5
Мутноватая	Бурая, раствор мутный	8	10
Интенсивно бурая раствор мутный	Бурая, раствор мутный	более 10	более 10

**б) Определение содержания нитратов (салицилатом натрия).**

В фарфоровую чашку вносят 10 мл исследуемой воды. Приливают 1 мл раствора салицилата натрия и выпаривают досуха на газовой горелке. После охлаждения сухой остаток увлажняют 1 мл H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.), тщательно растирают стеклянной палочкой и оставляют на 10 мин. Затем добавляют 5-10 мл дистиллированной воды и переносят весь раствор в мерную колбу на 50 мл. Прибавляют 7 мл 10 н. раствора NaOH, доводят объем до метки дистиллированной водой и перемешивают. Через 10 мин сравнивают окраску.

Результат наблюдения и вывод записывают в тетрадь.

**Опыт № 3. Обнаружение катионов цинка (Zn<sup>2+</sup>) в водопроводной воде:**

В пробирку помещают 1 мл водопроводной воды, добавляют 1 мл раствора NH<sub>4</sub>OH. Встряхивают.

Результат наблюдения и вывод записывают в тетрадь.

**Опыт № 4. Обнаружение катионов свинца (Pb<sup>2+</sup>) в водопроводной воде:**

В пробирку помещают 1 мл водопроводной воды и добавляют несколько капель CH<sub>3</sub>COOH, пипеткой по каплям приливают 1 мл раствора KI.

Результат наблюдения и вывод записывают в тетрадь.

#### Лабораторная работа № 4 Оценка экологического состояния почв

**Цель работы:** дать оценку экологического состояния почвы на основании результатов химического анализа обнаружения в ней различных химических элементов.

**Объект исследования:** почва.

**Оборудование и реактивы:** весы технические, кюветы эмалированные, пакеты полиэтиленовые, лопатки, сушильный шкаф, цилиндры, пробирки, химические стаканы, стеклянные палочки, фарфоровые чашки, бумажные фильтры, индикаторная бумага, дистиллированная вода, 10 %-ный раствор HCl, HCl (конц.), 10 %-ный раствор HNO<sub>3</sub>, 1 %-ный раствор AgNO<sub>3</sub>, 20 %-ный раствор BaCl<sub>2</sub>, раствор дифениламина в серной кислоте, 50 %-ного раствора KSCN, NH<sub>4</sub>OH (конц.), 4 %-ный р-р оксалата аммония, раствор KI, CH<sub>3</sub>COOH (конц.), 5 %-ный раствор Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 5 %-ный раствор CuCl<sub>2</sub>.

**Порядок выполнения:**

##### **Опыт №1. Обнаружение воды в почве**

Кювету взвешивают, определяя ее массу  $m_0$ . В кювету вносят образец почвы и определяют ее массу  $m_{вл}$ .

Кювету с образцом почвы помещают в сушильный шкаф ( $t = 100-105^\circ\text{C}$ ), не менее чем на 3 часа. Охлаждают кювету с почвой до комнатной температуры, взвешивают и записывают массу ( $m_c$ ).

Рассчитывают влажность образца почвы ( $W$ , мг/г) по формуле:

$$W = \frac{m_w}{m_d}$$

Результаты и выводы записывают в тетрадь.

##### **Опыт №2. Определение кислотности почвы**

Взвешивают и помещают в стакан 10 г высушенной почвы ( $m$ , г). Добавляют в стакан 25 мл дистиллированной воды. В течение 3 мин перемешивают содержимое стакана с помощью стеклянной палочки. Отфильтровывают, определяют рН вытяжки почвы, внося в фильтрат полоску универсальной индикаторной бумаги.

Степень кислотности почвы анализируемого образца определяют по таблице 1.

**Таблица 1 Зависимость кислотности почвы от рН**

рН	Степень кислотности почвы
< 4,5	Сильнокислые почвы
4,5 – 5,0	Среднекислые почвы
5,1 – 5,5	Слабокислые почвы
5,6 – 6,0	Почвы, близкие к нейтральным
6,1 – 7,0	Нейтральные почвы
> 7,0	Щелочные почвы

Результаты и выводы записывают в тетрадь.

##### **Опыт №3. Качественное определение анионов**

###### **а) Обнаружение карбонат-ионов в почве:**

небольшое количество почвы помещают в фарфоровую чашку и добавляют несколько капель 10 %-ного раствора HCl.

Результаты и выводы записывают в тетрадь.

###### **б) Обнаружение хлорид-ионов в почве:**

к 1 мл фильтрата (опыт №2) приливают несколько капель 10 %-ного раствора CH<sub>3</sub>COOH и добавляют по капле раствор AgNO<sub>3</sub>.

Результаты и выводы записывают в тетрадь.

###### **в) Обнаружение сульфат-ионов в почве:**

к 1 мл фильтрата (опыт №2) добавляют 5-6 капель HCl и приливают постепенно 8-10 капель 20 %-ного раствора BaCl<sub>2</sub>.

Результаты и выводы записывают в тетрадь.

**Г) Обнаружение нитрат-ионов в почве:**

к 1 мл фильтрата (опыт №2) добавляют 5-6 капель раствора дифениламина в серной кислоте;

Результаты и выводы записывают в тетрадь.

**Опыт №4. Качественное определение катионов**

**а) Обнаружение ионов железа ( $Fe^{3+}$ ) в почве:**

в одну пробирку вносят 1 мл дистиллированной воды, в другую – 1 мл фильтрата (опыт №2). В обе пробирки добавляют по 2-3 капли  $HNO_3$ , а затем по 0,5 мл 50 %-ного раствора роданида калия ( $KSCN$ );

По изменению окраски определяют концентрацию железа в исследуемом образце. Розовая окраска – при концентрации железа равной 0,1 мг/л, красная – при содержании более 0.1 мг/л;

Результаты наблюдения и выводы записывают в тетрадь.

**В) Обнаружение ионов меди ( $Cu^{2+}$ ) в почве:**

в фарфоровую чашку помещают 3-5 мл исследуемого фильтрата, осторожно выпаривают досуха и на периферийную часть наносят каплю концентрированного раствора аммиака.

Результаты наблюдения и выводы записывают в тетрадь.

**Г) Обнаружение ионов марганца ( $Mn^{2+}$ ) в почве:**

в колбу помещают 25 мл исследуемого фильтрата (опыт №2), подкисляют несколькими каплями 25 %-ного раствора  $HNO_3$ . Прибавляют по каплям 2 %-ный раствор  $AgNO_3$  до появления помутнения. Добавляют несколько кристалликов диоксида свинца и нагревают до кипения.

Результаты наблюдения и выводы записывают в тетрадь.

**Д) Обнаружение ионов алюминия ( $Al^{3+}$ ) в почве:**

к 0,5 мл почвенной вытяжки фильтрата прибавляют по каплям 3 %-ный раствор фтористого натрия  $NaF$  до появления осадка. Чем быстрее и обильнее выпадает осадок, тем больше алюминия содержится в почве.

Результаты наблюдения и выводы записывают в тетрадь.

**Е) Обнаружение ионов кальция ( $Ca^{2+}$ ) в почве:**

к 1 мл фильтрата по каплям добавляют 10 %-ный раствор  $HCl$  и 1 мл 4 %-ного раствора оксалата аммония. Белый осадок оксалата кальция свидетельствует о наличии катионов кальция.

Результаты наблюдения и выводы записывают в тетрадь.

**Ж) Обнаружение ионов цинка ( $Zn^{2+}$ ) в почве:**

к 1 мл фильтрата приливают 1 мл раствора  $NH_4OH$  (выпадение белого осадка, растворимого в избытке гидроксида аммония, указывает на наличие катионов цинка).

Результаты наблюдения и выводы записывают в тетрадь.

**З) Обнаружение ионов свинца ( $Pb^{2+}$ ) в почве:**

к 1 мл фильтрата приливают несколько капель  $CH_3COOH$ . Затем пипеткой добавляют 1 мл раствора  $KI$ . При наличии ионов свинца выпадает желтый осадок.

Результаты наблюдения и выводы записывают в тетрадь.

## Лабораторная работа № 5

### Биоиндикация токсичности осадков биотестирования снежного покрова

**Цель:** оценить степень токсичности снежного покрова в чистом и загрязненном микрорайонах.

**Оборудование и материалы:** пробы снега (с разных участков), семена тестовых растений, чашки Петри, фильтровальная бумага, пробоотборники (банки, бюксы), линейки, весы, универсальная индикаторная бумага.

Снег – один из наиболее информативных и удобных индикаторов атмосферного загрязнения территории. Благодаря высокой сорбционной способности, снег накапливает в

своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. Исследуя пробы снега, собранного в разных местах, можно получить достаточно полное представление о степени и характере загрязнения окружающей среды на этих участках. В связи с этим снег можно рассматривать как своеобразный индикатор загрязнения окружающей среды.

Пробы снега обычно отбирают в период наибольшей мощности снегового покрова и на всю глубину снежной толщи. Отбирается снег специальными приборами – снегомерами. Но в качестве пробника может служить перевернутая стеклянная банка, которую следует опускать вертикально сверху на поверхность снега до поверхности субстрата. Пробы снега отбираются с площади  $1 \times 1 \text{ м}^2$ , каждая проба должна сопровождаться этикеткой, на которой указывается место взятия пробы и дата.

После отбора пробы снег растапливают. Талую воду фильтруют и определяют величину ее рН (рН талой воды незагрязненного снега находится в пределах 5,5–5,8).

Осевшие на фильтре нерастворимые пылевые частицы просушивают вместе с фильтром и взвешивают (предварительно до фильтрации необходимо взвесить сам фильтр). Разность в весе первоначального фильтра (до фильтрации снеговой воды) и его веса после фильтрации дает оценку пылевого загрязнения снега. Полученное пылевое загрязнение следует отнести на единицу площади снежного покрова (учесть площадь пробоотборника) и выражается в  $\text{г}/\text{м}^2$ . Одним из видов анализа снежного покрова является биотестирование. Биотестирование – метод определения качества среды по реакции живых организмов (тест-объектов). Энергия прорастания и всхожесть семян – важные показатели качества среды, потому что в этот период растения наиболее чувствительны к условиям среды. Энергия прорастания и всхожесть определяют в талой воде (отфильтрованной и неотфильтрованной).

Методика биотестирования следующая:

1. На дно чашки Петри укладываются фильтры, смоченные талой водой.
2. На фильтры помещаются по 25 шт. средних размеров семян биотеста (овса или кресс-салата).
3. Энергия прорастания определяется для кресс-салата на 3 сутки, для овса – на 4 сутки.
4. Всхожесть определяется для кресс-салата и овса, соответственно на 5-е и 7-е сутки.
5. Одновременно с подсчетом проросших семян измеряются размеры корешка и проростка.
6. Энергия прорастания и всхожесть рассчитываются в процентах от общего числа семян в пробе, которое принимается за 100%.

Оценка токсичности дается по следующей шкале:

- 100% – нетоксичная;
- 80–90% – очень слабая токсичность;
- 60–80% – слабая токсичность;
- 40–60% – средняя токсичность;
- 20–40% – высокая токсичность;
- 0–20% – очень высокая токсичность, близкая к летальной.

#### **Ход работы**

1. Взять 3 образца снежного покрова и контроль:
  - № 1 – центральной части сквера;
  - № 2 – газон у проезжей части;
  - № 3 – площадка возле вуза;
  - № 4 – контроль (дистиллированная вода).
2. Растопить пробы снега, профильтровать талую воду и определить величину рН фильтрата.
3. Определить пылевое загрязнение снега.

4. Сравнить данные по величине рН и пылевому загрязнению, полученные для различных участков.
5. Определить энергию прорастания и всхожесть семян кресс-салата и овса в пробах талой воды.
6. Измерить длину корешков и проростков тест-растений.
7. Результаты измерений занести в таблицу:

Таблица Биотестирование снежного покрова

№	рН	Пылевое загрязнение, г/м <sup>2</sup>	Энергия прорастания /Всхожесть, %	Длина корешка, см	Длина проростка, см

8. Дать оценку загрязнения снежного покрова и сравнить данные, полученные для разных участков.
9. Результаты исследования занести в тетрадь.

### Лабораторная работа № 6

#### Определение накопления органического вещества в биомассе растений и в почве

##### Цель работы:

1. Овладеть методом определения накопления органического вещества в биомассе растений и в почве
2. Сделать сравнительный анализ полученных результатов и определить наиболее благоприятную экологическую зону города.

##### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Органическое вещество образуется и накапливается на Земле неравномерно. Наибольшее его количество образуют тропические леса (70% запасов углерода), меньше – северные леса и наименьшее количество – тундры и пустыни. В лесных экосистемах наибольшее количество органических веществ накапливается в древесине (от 90 до 99 % от сухой массы дерева), меньше – в листьях и коре. В почве в виде гумуса содержится от 1 до 15% органического вещества, которое является тысячелетним хранителем энергии.

Метод определения органического вещества в различных частях дерева заключается в сухом сжигании образца в муфельной печи, определении в нем золы и органической части (последняя рассчитывается в процентах к сухому образцу).

При сжигании растительного материала и почвы углерод, азот и водород улетучиваются в виде углекислого газа, воды и окислов азота. Оставшийся нелетучий остаток (зола) содержит элементы, называемые зольными. Разница между массой всего сухого образца и зольным остатком составляет массу органического вещества.

Таблица 1 – Содержание золы и органического вещества у растений (% от сухого вещества) – по Б. А. Рубину (1976)

Травянистые растения			Древесные растения		
орган растения	% золы	% органич. Вещества	орган растения	% золы	% органич. Вещества
семена	3	97	стебель	3	97
стебель	4	96	древесина	1	99
корни	5	95	кора	7	93
листья	15	85	листья	11	89

##### ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Приборы и реактивы

- 1) аналитические или точные теххимические весы;

- 2) муфельная печь;
- 3) тигельные щипцы;
- 4) электроплитка с закрытой спиралью;
- 5) фарфоровые тигли или испарительные чашки;
- 6) препаровальные иглы;
- 7) эксикатор;
- 8) спирт;
- 9) дистиллированная вода;
- 10) хлористый кальций;
- 11) высушенные до абсолютно сухой массы стружка древесины, измельченная кора, листья, гумусированная почва.

### Ход работы

Сухие и измельченные образцы древесины, коры, листьев, а также почвы (3-6 г и более), отобранные методом средней пробы, взвешиваются до 0,01 г на кальке. Их помещают в прокаленные и взвешенные фарфоровые тигли или испарительные чашки (диаметром 5-7 см), подписанные 1%-ным раствором хлорного железа, которое при нагревании буреет и при прокаливании не исчезает. Тигли с органическим веществом ставят на разогретую электроплитку в вытяжной шкаф и прогревают до обугливания и исчезновения черного дыма. При этом при наличии большего количества растительного материала возможно его дополнение из предварительно взвешенного образца.

Затем тигли ставят в муфельную печь при температуре 400-450°C и сжигают еще 20-25 мин до того состояния, когда зола станет серо-белой. При более высокой температуре прокаливанию могут быть существенные потери серы, фосфора, калия и натрия. Может также наблюдаться сплавление с кремниевой кислотой, что мешает полному озолению. В этом случае прокалывание прекращают, охлаждают тигель и добавляют в него несколько капель горячей дистиллированной воды; подсушивают на плитке и продолжают прокалывание.

Возможны следующие варианты цвета золы: красно-бурый (при большом содержании в образце окислов железа), зеленоватый (в присутствии марганца), серо-белый.

При отсутствии муфельной печи сжигание можно проводить в учебных целях на электроплитке под тягой. Для создания более высоких температур надо оградить плитку вплотную железным листом в виде бортика высотой 5-7 см от полотна плитки, а также прикрыть сверху куском асбеста. Сжигание проводится 30-40 мин. При сжигании необходимо периодическое помешивание материала препаровальной иглой. Сжигание также проводится до белой золы.

В случае медленного сжигания в охлажденные тигли наливается небольшое количество спирта и поджигается. В золе не должно быть заметно черных частичек угля. В противном случае пробы обрабатывают 1 мл дистиллированной воды, помешивают и повторяют прокалывание.

После того как сжигание будет окончено, тигли охлаждают в эксикаторе с крышкой и взвешивают.

$$X = \frac{100 \cdot (A - B)}{N}, Y = 100 - X$$

где:  $X$  – процент органического вещества;  $Y$  – процент золы;  $A$  – абсолютно сухая масса навески растительного материала или почвы с тиглем;  $B$  – масса золы с тиглем;  $N$  – масса органического вещества.

Каждый студент исследует какой-либо один объект, а затем все данные группы записываются в общую ведомость.

Таблица 2 – Схема записи результатов

Название части	Масса, г	%
----------------	----------	---

растения или почв	абсолютно сухой навески с тиглем	тигля с золой	органического вещества	органического вещества	золы
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
Древесина Листья Кора Почва(чернозем)					

### Лабораторная работа 7

#### Определение влажности листьев и их тургорного состояния как индикационных признаков в условиях уличных посадок городских экосистем

##### Цель работы:

1. Овладеть методом определения влажности листьев и их тургорного состояния
2. Сделать сравнительный анализ полученных результатов и определить наиболее благоприятную экологическую зону города.

##### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Водный режим растений – один из информативных неспецифических показателей состояния воздушной и почвенной среды. Известно, что в центральной части любого города создаются зоны, образно называемые «островами тепла», где температура воздуха может быть на 6-8°C выше, чем в открытой местности, а относительная влажность воздуха – ниже. Особенно это относится к центральным улицам городов Центра и Юга России, а также Украины. Однако, в северных и западных городах с большим количеством осадков и влажным воздухом водный режим растений как биоиндикационный признак менее информативен.

На улицах, окаймленных высокими домами, с низкой влажностью почв ввиду стекания выпадающих осадков по асфальтовым покрытиям или утрамбованному почвогрунту, создаются условия для недостаточного увлажнения корневых систем древесных растений.

Поступившая из корневых систем влага быстро транспирируется древесными растениями и испаряется с поверхности листьев в условиях повышенных температур и низкой влажности, непрерывно поступающего потока воздуха вместе с пылью от проходящего автотранспорта. В связи с этим листья теряют тургор и обвисают, изменяют свою форму из-за аномалий роста, в них наблюдается обезвоживание клеток и часто-вогнутый плазмолиз.

##### ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Приборы и реактивы

- 1) секатор со съемными штангами длиной 3-5 м;
- 2) весы с разновесами;
- 3) сушильный шкаф;
- 4) полиэтиленовые и бумажные пакеты.

##### Ход работы

Обследование деревьев на улицах города в жаркий сухой день; у растений-индикаторов (липа, каштан, клен остролистный) учитывается визуально изменение состояния листьев (потеря тургора, обвисание, изменение направления роста у какой-либо части листа).

Одновременно на высоте 4-5 м от основания дерева срезают 30-50 листьев одной породы, растущей в разных экологических условиях (улицы, закрытые дворы, загородная территория), которые помещают в полиэтиленовые пакеты.

В лаборатории листья быстро перекалывают в бумажные пакеты (типа больших аптекарских) в трехкратной повторности, подписывают, взвешивают вместе с пакетом.

Листья высушивает лаборант при температуре +105°C до постоянной массы к следующему занятию. Материал быстро переносят в эксикатор, на дне которого находится  $CaCl_2$  (очень гигроскопичное вещество). Затем листья взвешивают в пакете, освобождают пакет и взвешивают его. Вычисляют влажность листьев (X) в процентах:

$$X = (a/b) \cdot 100$$

где:  $a$  – масса испарившейся влаги;  $b$  – масса сухих листьев.

Таблица 1 – Схема записи результатов

Место взятия образца	Масса пакета с сырым образцом (масса сырого образца)	Масса пакета с сухим образцом (масса сухого образца)	Масса пустого пакета, г	Влажность листьев, %

Делают оценку состояния листьев в разных экологических условиях и заключение о состоянии окружающей среды в месте взятия образцов.

Результаты исследования представить в виде отчета.

### Лабораторная работа № 8

#### Кресс-салат как тест-объект для оценки загрязнения почвы и воздуха

**Цель работы:** оценить степень загрязнения среды с помощью семян и проростков кресс-салата.

**Материалы и оборудование:** пробы почвы с загрязненной и чистой территорий; чашки Петри; семена кресс-салата; препаровальные иглы; альбомы; цветные карандаши.

#### Ход работы:

Кресс-салат - однолетнее овощное растение, весьма чувствительное к загрязнению среды тяжелыми металлами и выбросами автотранспорта. Под влиянием загрязнителей могут изменяться корни и побеги этого растения, нарушается всхожесть семян. Ввиду простоты выращивания и биоиндикационного использования кресс-салат может быть весьма удобным объектом биомониторинга.

Предварительно проверяют семена на всхожесть. Для этого в чашки Петри или иные емкости слоем в 1 см насыпают промытый речной песок, который прикрывают фильтровальной бумагой. Проращивание семян в чашках ведут при температуре 20-25°C. Норма - проращение 90-95% семян за 3-4 суток. Затем проводят оценку загрязнения субстрата. Для этого чашки Петри наполняют до половины исследуемым субстратом. Параллельно ставят опыт на чистом субстрате. Во все чашки на увлажненный субстрат укладывают по 50 семян. Расстояние между ними должно быть более-менее одинаковым. После этого семена покрывают тем же субстратом. В течение 10-15 суток наблюдают за проращением семян, поддерживая влажность субстратов на одном уровне. Данные по числу проросших семян за каждые сутки заносят в таблицу.

Уровни загрязнения субстрата, которые можно установить по проращению семян: - нет загрязнения - всхожесть семян достигает 90-100%. Всходы дружные, проростки крепкие, ровные.

- слабое загрязнение - всхожесть 60-90%. Проростки почти нормальной длины, крепкие, ровные.

- среднее загрязнение - всхожесть 20-60%, Проростки тоньше и короче, нежели в контроле. Некоторые проростки имеют морфологические отклонения.

- сильное загрязнение - всхожесть очень слабая (до 20%). Проростки мелкие и уродливые. При проведении работы следует иметь в виду, что в гумусированной, хорошо аэрированной почве всхожесть и качество проростков всегда лучше, чем в тяжелой, глинистой.

С целью индикации загрязнения среды автотранспортом кресс-салат можно выращивать на балконах нижних и верхних этажей. Тогда можно четко отметить, на каком уровне от земли идет загрязнение воздуха. Студенты заносят в таблицу следующие данные:

количество проросших семян, длина стебля, количество листьев, длина корня, количество корневых отростков; высчитывают среднее значение и делают вывод о степени загрязнения субстрата.

Контрольные вопросы:

1. Почему кресс-салат является удобным объектом для биоиндикации?
2. Почему необходима предварительная проверка семян на всхожесть?
3. Почему для опыта и контроля необходимо брать семена одного происхождения?
4. Как по проросткам кресс-салата можно сделать вывод о степени загрязненности субстрата?
5. Какие еще тест-объекты для оценки загрязненности почвы вы можете назвать?
6. Почему кресс-салат можно использовать и для оценки загрязнения воздуха?

## 6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

### 6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ПК-2	Отчет по лабораторной работе	Низкий – неудовлетворительно	ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя.
		Пороговый – удовлетворительно	ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя.
		Базовый – хорошо	а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами
		Высокий – отлично	а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы; б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами; в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы).
	Коллоквиум	Низкий – неудовлетворительно	- незнание программного материала; - при ответе возникают ошибки; - затруднения при выполнении практических работ.
		Пороговый – удовлетворительно	- усвоение основного материала; - при ответе допускаются неточности; - при ответе недостаточно правильные формулировки; - нарушение последовательности в изложении

			программного материала; - затруднения в выполнении практических заданий.
		Базовый – хорошо	- знание программного материала; - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос; - правильное применение теоретических знаний; - владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач.
		Высокий – отлично	- глубокое и прочное усвоение программного материала; - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания; - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала; - правильно обоснованные принятые решения; - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.
	Контрольная работа	Низкий – неудовлетворительно	допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»
		Пороговый – удовлетворительно	если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
		Базовый – хорошо	студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов
		Высокий – отлично	работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты
	Тест	Низкий – неудовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый – удовлетворительно	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый – хорошо	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий – отлично	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
	Реферат	Низкий – неудовлетворительно	тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.
Пороговый – удовлетворительно		имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на	

		дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
	Базовый – хорошо	основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
	Высокий – отлично	выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

### 6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

#### Критерии оценивания устного ответа на зачете

**Оценка «зачтено»** выставляется студенту, если:

- 1) вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок;
- 2) показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
- 3) продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

**Оценка «не зачтено»** выставляется, если:

- 1) не раскрыто основное содержание учебного материала;
- 2) обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
- 3) допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
- 4) не сформированы компетенции, умения и навыки.

#### Вопросы к зачету

1. Принципы организации биологического мониторинга.
2. Биоиндикация окружающей среды.
3. Понятие о биоиндикации. Краткая история биоиндикационных исследований.
4. Общие принципы использования биоиндикаторов.
5. Типы чувствительности биоиндикаторов. Сферы применения биоиндикации.
6. Особенности использования растений в качестве биоиндикаторов.
7. Особенности использования животных в качестве биоиндикаторов.
8. Особенности использования микроорганизмов в качестве биоиндикаторов.
9. Симбиологические методы в биоиндикации.
10. Мониторинг биологических переменных. Принципы отбора биологических переменных.

11. Биоиндикация на различных уровнях организации живой материи Молекулярный уровень.
12. Биоиндикация на различных уровнях организации живой материи. Уровень органоидов.
13. Биоиндикация на различных уровнях организации живой материи. Клеточный уровень.
14. Биоиндикация на различных уровнях организации живой материи. Тканевой уровень.
15. Биоиндикация на различных уровнях организации живой материи. Уровень органов и систем органов.
16. Биоиндикация на различных уровнях организации живой материи. Организменный уровень.
17. Биоиндикация на различных уровнях организации живой материи Популяционный уровень. Уровень сообщества. Экосистемный уровень.
18. Биоиндикация загрязнений воздуха. Источники загрязнения и основные загрязнители.
19. Биоиндикация загрязнений воды.
20. Основные принципы биотестирования сточных вод. Оценка качества вод природных водоемов.
21. Биоиндикация загрязнений почвы. Загрязнение агрохимикатами.
22. Биотестирование окружающей среды. Задачи и приемы биотестирования качества среды.
23. Суть методологии биотестирования. Требования к методам биотестирования. Основные подходы биотестирования.

### **6.3 Оценочные средства для проверки уровня сформированности компетенций: ПК-2**

Тест содержит следующие типы заданий:

<b>Тип задания</b>	<b>№ задания</b>	<b>Вес задания (балл)</b>	<b>Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)</b>
задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4)	1, 2, 3	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором одного правильного ответа по схеме: «верно»/ «неверно»	4, 5	1 балл	1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи
задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6)	6, 7	2 балла	2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4)	8, 9	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи
задание закрытого типа на установле-	10, 11	2 балла	2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные

ние последовательности			случаи
задания открытого типа с кратким ответом	12, 13	3 балла	3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи.
задания открытого типа с развернутым ответом	14, 15	5 баллов	5 б – полное правильное соответствие; если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный - 3 балла; если допущено более одной ошибки / ответ неправильный / ответ отсутствует – 0 баллов

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенции
<b>ПК-2.</b> Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ПК-2.2 Применяет основы теории фундаментальных и прикладных разделов химии (неорганической, аналитической, органической, физической, химии ВМС, химических основ биологических процессов, химической технологии) для решения теоретических и практических задач;</li> <li>• ПК-2.3 Разрабатывает методические и нормативные материалы в рамках профессиональной деятельности.</li> </ul>

**Задание 1. Что понимается под термином «индикатор состояния окружающей среды» (биоиндикатор)?**

1. Прибор для точного измерения концентрации загрязняющих веществ.
2. Организм, присутствие, состояние или поведение которого позволяет судить о естественных или антропогенных изменениях среды.
3. Химическое вещество, специально добавляемое в среду для отслеживания путей миграции загрязнителей.
4. Любой абиотический компонент экосистемы (вода, почва, воздух).

Ответ: 2

**Задание 2. При оценке загрязнения воды тяжелыми металлами методом химической индикации используют:**

1. Только органолептические показатели (запах, цвет).
2. Определение концентрации ионов металлов (например,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ) с помощью химических или физико-химических методов.
3. Подсчет количества особей рыб в водоеме.
4. Измерение только температуры воды.

Ответ: 2

**Задание 3. Какой процесс лежит в основе определения химического потребления кислорода (ХПК)?**

1. Окисление органических веществ сильным химическим окислителем (например, бихроматом калия).
2. Определение количества растворенного в воде кислорода.
3. Титрование щелочности воды кислотой.
4. Фотометрическое определение хлорофилла.

Ответ: 1

**Задание 4. Верно ли следующее утверждение?**

«Лишайники являются классическими индикаторами чистоты воздуха, так как они очень чувствительны к загрязнению диоксидом серы (SO<sub>2</sub>) и накапливают токсины непосредственно из атмосферы всей поверхностью тела».

1. Верно
2. Неверно

Ответ: 1

**Задание 5. Верно ли следующее утверждение?**

«Повышение биоразнообразия в реке ниже по течению от сбросов промышленных предприятий всегда свидетельствует об улучшении качества воды».

1. Верно
2. Неверно

Ответ: 2

**Задание 6. Какие из перечисленных методов относятся к физико-химическим методам индикации загрязнения окружающей среды?**

1. Атомно-абсорбционная спектроскопия (определение тяжелых металлов).
2. Визуальная оценка состояния хвои сосны.
3. Газовая хроматография (определение нефтепродуктов).
4. Метод биоиндикации с использованием кресс-салата.
5. Потенциометрическое определение рН почвенной вытяжки.
6. Подсчет числа колоний микроорганизмов в чашке Петри.

Ответ: 1, 3, 5

**Задание 7. Выберите признаки, характерные для кислых почв (рН < 5,5), которые можно использовать в качестве индикации:**

1. Наличие в растительном покрове таких видов, как щавелек малый, хвощ полевой, сфагновые мхи.
2. Обильное развитие дождевых червей.
3. Появление на поверхности почвы белёсых прослоек, похожих на золу (горизонт вымывания).
4. Быстрое разложение органических остатков и накопление гумуса.
5. Подавление деятельности нитрифицирующих бактерий.
6. Нейтральная или слабощелочная реакция почвенного раствора.

Ответ: 1, 3, 5

**Задание 7. Установите соответствие между классом загрязняющих веществ и методом (принципом) их индикации.**

<b>Класс веществ</b>	<b>Метод индикации</b>
1. Тяжелые металлы (Pb, Cd, Hg)	А. Определение биохимического потребления кислорода (БПК <sub>5</sub> )
2. Нефтепродукты	Б. Визуальная оценка эпифитных лишайников
3. Органические вещества (биологически разлагаемые)	В. Инверсионная вольтамперометрия или атомно-абсорбционная спектрометрия
4. Диоксид серы (SO <sub>2</sub> )	Г. Инфракрасная спектроскопия или люминесцентный анализ

Ответ: 1-В, 2-Г, 3-А, 4-Б

**Задание 9. Установите соответствие между индикаторным показателем и компонентом окружающей среды, для оценки которого он преимущественно используется.**

Индикаторный показатель	Компонент среды
1. Величина предельно-допустимого сброса (ПДС)	А. Атмосферный воздух
2. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)	Б. Водный объект
3. Суммарный показатель загрязнения (Zс) почв	В. Биота (живые организмы)
4. Флуктуирующая асимметрия листьев березы	Г. Почвенный покров

Ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В

**Задание 10. Установите правильную последовательность этапов проведения химического анализа пробы воды на содержание ионов аммония ( $\text{NH}_4^+$ ) фотометрическим методом (с реактивом Несслера).**

1. Построение градуировочного графика (по стандартным растворам).
2. Отбор представительной пробы воды в полевых условиях.
3. Измерение оптической плотности окрашенного раствора пробы на фотоколориметре.
4. Консервация, транспортировка и хранение пробы.
5. Фильтрация пробы (при необходимости) и проведение цветной реакции.
6. Расчет концентрации ионов аммония в пробе с использованием градуировочного графика.

Ответ: 2 → 4 → 5 → 3 → 1 → 6

**Задание 11. Расположите типы организмов в порядке возрастания их устойчивости к химическому загрязнению (от наименее устойчивых к наиболее устойчивым) для целей биоиндикации.**

1. Бактерии и грибы-сапротрофы.
2. Высшие сосудистые растения (злаки).
3. Лишайники (кустистые формы).
4. Водные беспозвоночные (олигохеты).

Ответ: 3 → 2 → 4 → 1

**Задание 12. В результате анализа пробы воды было определено, что БПК<sub>5</sub> (биохимическое потребление кислорода за 5 суток) составило 8,0 мг  $\text{O}_2/\text{л}$ , а ХПК (химическое потребление кислорода) — 12,0 мг  $\text{O}_2/\text{л}$ . Рассчитайте долю трудноокисляемых (биохимически неразлагаемых) органических веществ в пробе, выразив её в мг  $\text{O}_2/\text{л}$ .**

Ответ: 4,0 мг  $\text{O}_2/\text{л}$  (или 4 мг/л, допускается 4)

**Задание 13. Какое вещество (формула или название) является основным компонентом кислотных дождей, образующимся при сжигании угля, и приводит к денатурации хлорофилла в листьях растений, что используется как индикатор загрязнения?**

Ответ:  $\text{SO}_2$  (диоксид серы) или сернистый газ. (Допускается  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , если указано, что это серная кислота в составе дождей, но первичный загрязнитель –  $\text{SO}_2$ ).

**Задание 14. Представьте, что вам необходимо разработать фрагмент методического пособия для школьного экологического мониторинга по теме: «Оценка загрязнения воздуха методом лишайноиндикации».**

Опишите подробно план проведения исследования, включая:

Выбор объекта исследования (какие именно лишайники искать).

Оборудование и материалы.

Методику закладки пробных площадок (например, на стволах деревьев).

Шкалу оценки (как перевести встречаемость лишайников в баллы или зоны загрязнения).

Ответ:

- ✓ Объект: Эпифитные лишайники (на коре деревьев). Выбираются деревья одного вида (например, сосна или береза) с шероховатой корой.
- ✓ Оборудование: Палетка-рамка (10x10 см), лупа, определитель лишайников, блокнот, фотоаппарат.
- ✓ Методика: Закладываются пробные площадки (парк, дорога, промзона). На каждой выбирается 10 деревьев. На каждом дереве на высоте 1,3-1,5 м с 4 сторон света накладывается рамка.
- ✓ Учет: В рамке фиксируется проективное покрытие (%) и количество видов (накипные, листоватые, кустистые).
- ✓ Шкала: 0 б. – «лишайниковая пустыня» (нет лишайников); 1-3 б. – зона угнетения (накипные формы); 4-5 б. – зона смешанная (есть листоватые); 6 б. – зона чистоты (есть кустистые).
- ✓ Вывод: Составляется карта загрязнения по средним баллам.

**Задание 15.** В водоеме, расположенном вблизи сельскохозяйственных полей, наблюдается «цветение» воды, вызванное массовым развитием сине-зеленых водорослей (цианобактерий). Используя знания химических основ биологических процессов, объясните причину этого явления с точки зрения индикации состояния среды. Какие химические элементы (соединения) выступают здесь в роли индикаторов и почему? Предложите метод химической индикации, который подтвердит вашу гипотезу.

1. Причина явления (индикация): «Цветение» воды – это индикатор процесса эвтрофикации. Это явление вызвано избыточным поступлением в водоем биогенных элементов, главным образом соединений азота (N) и фосфора (P), со смывами с сельскохозяйственных полей (удобрения).

2. Роль элементов: Азот и фосфор являются лимитирующими факторами для роста растений и водорослей. В природных водах их обычно мало. При антропогенном повышении концентрации фосфатов ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) и нитратов ( $\text{NO}_3^-$ ) начинается взрывной рост цианобактерий и водорослей. Фосфор часто является главным лимитирующим элементом, поэтому его присутствие – ключевой индикатор риска эвтрофикации.

3. Метод химической индикации: Для подтверждения гипотезы необходимо провести количественный химический анализ воды.

Индикаторы: Определение концентрации минерального фосфора (фосфат-ионов) и минерального азота (аммоний, нитраты, нитриты).

Методы:

Фотоколориметрия: Для определения фосфатов (с молибдатом аммония) и нитратов (с салициловым натрием).

Потенциометрия: Для определения нитратов (ионоселективным электродом).

Титриметрия: Для определения аммония (метод Кьельдаля).

Превышение ПДК по фосфатам и азоту в сочетании с низкой прозрачностью и высоким содержанием хлорофилла (еще один индикатор) подтвердит диагноз «антропогенная эвтрофикация».

## **7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ**

**Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

## **8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

## **9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ**

### **9.1 Литература**

1. Аналитическая химия. Лабораторный практикум : учеб. пособие для вузов / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина; под ред. В. П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. – 414 с. (24 экз.)
2. Федоров, Анатолий Анатольевич. Методы химического анализа объектов природной среды: учебник для студ. вузов / А. А. Федоров, Г. З. Казиев, Г. Д. Казакова. - М. : КолосС, 2008. - 117, [1] с (5 экз.)
3. Харитонов, Ю.А. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн./ Ю. А. Харитонов. – М.: Высш. шк., 2001. – Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – 615 с. (26 экз.)
4. Хаустов, Александр Петрович. Экологический мониторинг : учеб. для акад. бакалавриата / А. П. Хаустов, М. М. Редина ; Рос. ун-т дружбы народов. - М. : Юрайт, 2014. - 637 с. : (10 экз.)
5. Хотунцев, Юрий Леонтьевич. Экология и экологическая безопасность : учеб. пособие для студ. вузов / Ю. Л. Хотунцев. - 2-е изд., перераб. - М. : Академия, 2004. - 478, [1] с. : ил. (25 экз.)
6. Экологический мониторинг: учеб.-метод. пособие / под ред. Т. Я. Ашихминой. - 4-е изд. - Киров : Константа ; М. : Акад. Проект, 2008. - 412, [3] с. : ил. - (Учебное пособие для вузов). - ISBN 5-902844-14-2. (11 экз.)
7. Другов, Ю.С. Экспресс-анализ экологических проб: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.Г. Муравьев, А.А. Родин. - М.: «Бином. Лаборатория знаний», 2013.
8. Другов, Ю.С. Анализ загрязненной воды: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М. : «Бином. Лаборатория знаний», 2012.
9. Другов, Ю.С. Пробоподготовка в экологическом анализе: практическое руководство. / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М. : «Бином. Лаборатория знаний», 2013.
10. Карташев, А. Г. Биоиндикационные методы контроля окружающей среды: учебное пособие для вузов / А. Г. Карташев. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. - 138 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14706-3. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/497106>
11. Мелехова, О. П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для вузов / О. П. Мелехова. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 288 с.

12. Латышенко, К.П. Экологический мониторинг : учебник и практикум для вузов / К. П. Латышенко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 424 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13721-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489160>

13. Тютиков, С.Ф. Биологический мониторинг. Использование диких животных в биогеохимической индикации: учебник для вузов / С. Ф. Тютиков. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 230 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-12899-4. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/496543>

### 9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>.
2. Портал научной электронной библиотеки – <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
3. Портал «Биоразнообразия», BIODAT – <http://www.biodat.ru/>
4. Сайт Министерства природных ресурсов и экологии РФ – <http://www.mnr.gov.ru/>
5. Форум для экологов группы компаний «Интеграл» – <http://forum.integral.ru/viewtopic.php?f=34&t=10281>
6. Биотестирование в вопросах и ответах <http://bioassay.narod.ru/biotest/biot.html>
7. Биоиндикация водной фауны по анатомическим и физиологическим показателям [http://www.ecosystema.ru/07referats/mon\\_biota/mon\\_biota.htm](http://www.ecosystema.ru/07referats/mon_biota/mon_biota.htm)

### 9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник [http:// polpred.com/news](http://polpred.com/news).
2. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru/>.

## 10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется **Лаборатория физической химии**, укомплектованная следующим оборудованием:

- Комплект аудиторной мебели
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением
- Мультимедийный проектор
- Принтер
- Экспозиционный экран
- ЯМР-спектрометр низкого разрешения «Спин Трэк» (1 шт.)
- Аквадистиллятор ДЭ-10 (1 шт.)
- Весы GF-300 (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (1 шт.)
- Вискозиметр (4 шт.)
- Иономер (3 шт.)
- Кондуктометр анион-4120 (3 шт.)
- КФК-2 (1 шт.)
- Люксметр (1 шт.)
- Мешалка магнитная П-Э-6100 (2 шт.)
- Модуль «Термический анализ» (3 шт.)
- Модуль «Термостат» (3 шт.)
- Модуль «Универсальный контроллер» (3 шт.)

- Модуль «Электрохимия» (3 шт.)
- Модуль универсальный (6 шт.)
- Набор сит КП-131(1 шт.)
- Поляриметр (1 шт.)
- Потенциометр (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-8 (с ротором) (1 шт.)
- Штатив для электродов (2 шт.)
- Эксикатор с краном (1 шт.)
- Модуль «Общелабораторный» (1 шт.)
- Спектрофотометр (1 шт.)
- Спектрофотометр КФК-ЗКМ (1 шт.)
- Комплект ариометров (1 шт.)
- Метроном (1 шт.)
- Мост реохордный с сосудом
- Термостат ТС-1/80 СПУ (1 шт.)
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Индикация состояния окружающей среды»

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

**Используемое программное обеспечение:** Microsoft®WINEDUperDVC AllLng Upgrade/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Microsoft®OfficeProPlusEducation AllLng License/SoftwareAssurancePack Academic OLV 1License LevelE Platform 1Year; Dr.Web Security Suite; Java Runtime Environment; Calculate Linux.

**Разработчик:** О.В. Чагарова, кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

**11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ**

**Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.**

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 учебном году на заседании кафедры (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1	
№ страницы с изменением:	
Включить:	Исключить: