

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Щёкина Вера Витальевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 14.04.2021 08:40:08

Уникальный программный ключ:

a2232a55157e576541a309bf190892af53989420420536f6f573a434e57789



**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**


**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Благовещенский государственный педагогический университет»**

**ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**Рабочая программа дисциплины**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан естественно-географического  
Факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»**

 **И.А. Трофимцова**  
**«28» апреля 2021 г.**

**Рабочая программа дисциплины  
ИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Направление подготовки  
05.03.06 ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

**Профиль  
«ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»**

**Уровень высшего образования  
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры химии  
(протокол № 7 от «14» апреля 2021 г.)**

**Благовещенск 2021**

## 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>18</b>
<b>7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ .....</b>	<b>24</b>
<b>8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....</b>	<b>25</b>
<b>9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ.....</b>	<b>25</b>
<b>10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА .....</b>	<b>26</b>
<b>11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ .....</b>	<b>28</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 части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1.В.17).

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-4, ПК-5:

- **ПК-4.** Способен решать профессиональные задачи, поставленные специалистом более высокой квалификации, и выбирать технические средства и методы их осуществления, **индикаторами** достижения которой являются:

- ПК-4.1. Проводит поиск и систематизацию информации для выбора оптимальных методов и методик экологической экспертизы, контроля и мониторинга;

- ПК-4.2. Осуществляет подбор полевого и лабораторного оборудования, комплектующих и расходных материалов и реактивов для экологической экспертизы, контроля и мониторинга;

- **ПК-5.** Способен осуществлять экологическую экспертизу, контроль и мониторинг под руководством специалистов более высокой квалификации, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-5.1. Владеет знаниями теоретических основ экологического мониторинга, экологической экспертизы, экологического менеджмента и аудита;

- ПК-5.2. Выбирает методы и средства контроля состояния окружающей среды на соответствие требуемой нормативной документации;

- ПК-5.3. Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики состояния окружающей среды;

- ПК-5.4. Составляет протоколы полевых и камеральных работ, отчеты о выполненной работе по заданной форме.

**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 3 зачетных единицы (далее – ЗЕ) (108 часов).

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)**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Семестр 5</b>
Общая трудоемкость	108	108
Аудиторные занятия	54	54
Лекции	24	24
Лабораторные работы	30	30
Самостоятельная работа	54	54
Вид итогового контроля:		зачет

## **2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ**

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

<b>№</b>	<b>Наименование тем (разделов)</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Аудиторные занятия</b>		<b>Самостоятельная работа</b>
			<b>Лекции</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	
1.	Общая характеристика биоиндикации Общие принципы использования биоиндикаторов. Типы чувствительности биоиндикаторов. Сферы применения биоиндикации.	12	4		8
2.	Биоиндикация на различных уровнях организации живой материи Молекулярный уровень. Уровень органоидов. Клеточный уровень. Тканевой уровень. Уровень органов и систем органов. Организменный уровень. Популяционный уровень. Уровень сообщества. Экосистемный уровень.	20	4	6	10
3.	Биоиндикация состояния воздушной среды Биоиндикация загрязнений воздуха. Источники загрязнения и основные загрязнители.	20	4	6	10
4.	Биоиндикация состояния водной среды Биоиндикация загрязнений воды. Основные принципы биотестирования сточных вод. Оценка качества вод природных водоемов.	20	4	6	10
5.	Биоиндикация состояния почв. Загрязнение агрохимикатами.	20	4	6	10
6.	Биотестирование как метод оценки токсичности химических веществ и	16	4	6	6

	природных сред. Задачи и приемы биотестирования качества среды. Суть методологии биотестирования. Требования к методам биотестирования. Основные подходы биотестирования.				
<b>ИТОГО</b>		<b>108</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>54</b>

### Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем (разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Определение качества водопроводной воды	ЛБ	Работа в малых группах	2
2.	Количественное определение кальция и магния в водопроводной воде	ЛБ	Лекция-дискуссия	4
3.	Оценка экологического состояния почв	ЛБ	Работа в малых группах	2
4.	Определение накопления органического вещества в биомассе растений и в почве	ЛБ	Работа в малых группах	2
<b>ИТОГО</b>				<b>10</b>

### 3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

#### РАЗДЕЛ 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОИНДИКАЦИИ

Принципы организации биологического мониторинга. Биоиндикация окружающей среды. Понятие о биоиндикации. Краткая история биоиндикационных исследований. Общие принципы использования биоиндикаторов. Типы чувствительности биоиндикаторов. Сферы применения биоиндикации. Особенности использования растений в качестве биоиндикаторов. Особенности использования животных в качестве биоиндикаторов. Особенности использования микроорганизмов в качестве биоиндикаторов. Симбиологические методы в биоиндикации.

#### РАЗДЕЛ 2. БИОИНДИКАЦИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ МАТЕРИИ

Мониторинг биологических переменных. Принципы отбора биологических переменных. Молекулярный уровень. Уровень органоидов. Клеточный уровень. Тканевой уровень. Уровень органов и систем органов. Организменный уровень. Популяционный уровень. Уровень сообщества. Экосистемный уровень.

#### РАЗДЕЛ 3. БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Биоиндикация загрязнений воздуха. Источники загрязнения и основные загрязнители. Биоиндикация канцерогенных, терратогенных и мутагенных соединений, радионуклидов. Экологическое нормирование. Предельно-допустимые концентрации и предельно-допустимые уровни химических соединений в окружающей среде. Санитарно-гигиенические нормы.

#### РАЗДЕЛ 4. БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Биоиндикация загрязнений воды. Основные принципы биотестирования сточных вод. Оценка качества вод природных водоемов. Лабораторное моделирование. Биоиндикация канцерогенных, терратогенных и мутагенных соединений, радионуклидов. Экологическое нормирование. Предельно-допустимые концентрации и предельно-допустимые уровни химических соединений в окружающей среде. Санитарно-гигиенические нормы.

#### РАЗДЕЛ 5. БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

Биоиндикация загрязнений почвы. Загрязнение агрохимикатами. Биоиндикация канцерогенных, терратогенных и мутагенных соединений, радионуклидов. Экологическое

нормирование. Предельно-допустимые концентрации и предельно-допустимые уровни химических соединений в окружающей среде. Санитарно-гигиенические нормы.

#### **РАЗДЕЛ 6. БИОТЕСТИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ И ПРИРОДНЫХ СРЕД**

Биотестирование окружающей среды. Задачи и приемы биотестирования качества среды. Суть методологии биотестирования. Требования к методам биотестирования. Основные подходы биотестирования.

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

Рабочая программа предназначена для самостоятельной работы студентов, но может быть использована и при проведении лабораторных работ.

Программа содержит учебную программу дисциплины, составленную в соответствии с учебным планом и государственным стандартом.

Учебно-методические материалы по подготовке лекционных и практических занятий представлены отдельно по каждому разделу в соответствии с программой дисциплины последовательностью изучения курса.

При подготовке к лабораторным работам студент должен повторить теоретические вопросы данной темы, составить в тетради описание работы, дополнить расчетами, выводами.

В рабочей программе содержатся также варианты контрольной работы, которая позволит проверить уровень усвоения изученного материала.

Изучение курса завершается зачетом, вопросы к которому приведены в программе.

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

<b>№</b>	<b>Наименование раздела (темы)</b>	<b>Формы/виды самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом</b>
1.	Общая характеристика биоиндикации	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Конспектирование изученных источников Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	8
2.	Биоиндикация на различных уровнях организации живой материи	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	10
3.	Биоиндикация состояния воздушной среды	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	10
4.	Биоиндикация состояния водной среды	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	10
5.	Биоиндикация состояния почв.	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы Оформление лабораторной работы Подготовка отчета по лабораторной работе	10
6.	Биотестирование как метод оценки	Изучение основной литературы Изучение дополнительной литературы	6

	токсичности химических веществ и природных сред	Конспектирование изученных источников Подготовка рефератов	
	<b>ИТОГО</b>		54

## 5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№	Тема занятия	Тема лабораторной работы	Всего часов
1.	Методы аналитической химии для индикации состояния окружающей среды	Количественное определение кальция и магния в водопроводной воде Количественное определение кальция и магния в талой воде	2
2.	Биоиндикация на различных уровнях организации живой материи	Определение устойчивости растений к высоким температурам	4
3.	Биоиндикация состояния воздушной среды	Определение загрязнения окружающей среды пылью по ее накоплению на листовых пластинках растений. Построение карты загрязнения территории пылью Анализ суммарной запыленности воздуха	4
4.	Биоиндикация состояния водной среды	Определение качества водопроводной воды	4
5.	Биоиндикация состояния почв.	Оценка экологического состояния почв Определение накопления органического вещества в биомассе растений и в почве	4
6.	Биотестирование как метод оценки токсичности химических веществ и природных сред	Определение влажности листьев и их тургорного состояния как индикационных признаков в условиях уличных посадок городских экосистем	4
			22

### 5.1 Лабораторная работа 1

#### Количественное определение кальция и магния в водопроводной воде

#### Количественное определение кальция и магния в талой воде

**Цель занятия:** определить количественное содержание ионов кальция и магния в водопроводной воде, изучить влияние тяжелых металлов на биологические системы.

**Объекты исследования:** водопроводная 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  $H_2SO_4$  (10 н.), раствор  $NaOH$  (10 н.),  $NH_4OH$  (конц.), раствор  $CH_3COOH$  (2 н.), 2%-ный раствор  $KI$ .

**Порядок выполнения работы:**

### Опыт № 1. Количественное определение кальция и магния в водопроводной воде:

Присутствие калия и магния определяет жесткость воды. При жесткости до 4 мг экв/л вода считается мягкой; 4 – 8 мг экв/л – средней жесткости; 8 – 12 мг экв/л – жесткой; 12 мг экв/л – очень жесткой.

#### *А) определение общей жесткости воды обусловленной присутствием ионов кальция и магния ( $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ ):*

В коническую колбу вносят 100 мл исследуемой пробы, прибавляют 5 мл буферного раствора и 0,1 г индикатора (эриохром) и титруют при интенсивном перемешивании 0,05 Н трилоном Б до изменения окраски в эквивалентной точке (цвет синий).

Общую жесткость воды обусловленную присутствием  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  определяют по формуле:

$$X = \frac{A \cdot i \cdot 1000}{V}, \text{ где}$$

$A$  – объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование пробы, мл;

$n$  – нормальность раствора трилона Б;

$V$  – объем пробы воды, взятой для титрования, мл.

#### *б) определение концентрации кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) в водопроводной воде:*

В коническую колбу вносят 100 мл исследуемой воды. Добавляют 2 мл 2 н. раствора гидроксида натрия и 10 – 15 мг сухой смеси индикатора (мурексид), медленно титруют раствором трилона Б, при энергичном помешивании, до перехода окраски от красного цвета к лиловому.

Концентрацию ионов кальция (мг/л) рассчитывают по формуле:

$$\hat{A} = \frac{A \cdot i \cdot 1000}{V}, \text{ где}$$

$A$  – объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование пробы, мл;

$n$  – нормальность раствора трилона Б;

$V$  – объем пробы воды, взятой для титрования, мл.

#### *в) определение концентрации магния в водопроводной воде:*

Определение по расчету:

Концентрацию магния (мг/л) рассчитывают по формуле:

$$C = 12,16 (X - B), \text{ где}$$

12,16 – эквивалент магния;

$X$  – общая жесткость, мг/л;

$B$  – содержание кальция, мг/л.

### Опыт № 2. Влияние солей тяжелых металлов на биологические системы:

#### *а) Определения влияния солей свинца ( $\text{Pb}^{2+}$ ):*

В пробирку вносят 0,5 мл раствора белка, добавляют 6 – 8 капель раствора  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ .

Результаты и наблюдения записывают в тетрадь.

#### *Б) Определения влияния солей меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ):*

В пробирку вносят 0,5 мл раствора белка, добавляют 6 – 8 капель раствора  $\text{CuSO}_4$ .

Результаты наблюдения и выводы записывают.

## 5.2 Лабораторная работа 2

### Определение устойчивости растений к высоким температурам

#### Цель работы:

1. Овладеть методом определения устойчивости растений к высоким температурам



2. Сделать сравнительный анализ полученных результатов и определить наиболее благоприятную экологическую зону города.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Температура – один из основных экологических факторов на Земле. Она меняется в широком диапазоне в зависимости от природных зон и конкретных условий (вулканическая деятельность, горячие источники, выброс тепла энергетическими установками и др.). Разные типы растений по-разному относятся к этому фактору.

Работа проводится с группой древесных растений различных видов, встречающихся в озеленительных посадках данной местности. Это дает возможность построить ряд древесных видов по степени устойчивости к высоким температурам, выявить наиболее устойчивые из них, что очень важно для создания озеленительных зон предприятий, уличных посадок в районах с жарким летом. В связи с этим студентам дается задание принести по 5-6 свежих листьев от различных древесных пород, обернув концы черешков в мокрую вату, фольгу, а все листья, поместив в целлофан. В крайнем случае, можно использовать комнатные растения.

Принцип метода предложен Ф.Ф. Мацковым и основан на установлении порога повреждения живых клеток от экстремальных температур. Если подвергнуть листья действию высокой температуры, а затем погрузить в слабый раствор соляной кислоты, то поврежденные и мертвые клетки побуреют вследствие свободного проникновения в них кислоты, которая вызовет превращение хлорофилла в феофитин (бурого цвета), тогда как неповрежденные клетки останутся зелеными. У растений, имеющих кислый клеточный сок, феофитинизация может произойти и без обработки соляной кислотой, т.к. при нарушении полупроницаемости тонопласта органические кислоты проникают из клеточного сока в цитоплазму и вытесняют магний из молекулы хлорофилла.

Данную работу лучше проводить в первую половину вегетации, когда не наблюдается естественного разрушения хлорофилла у древесных пород.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Приборы и реактивы

- б) *водяная баня; 2) термометр; 3) пинцет; 4) чашки Петри (5 шт.); 5) стакан с водой; 6) тонкая проволока; 7) карандаш по стеклу; 8) 0,2 н раствор соляной кислоты; 9) свежие листья древесных растений.*

В период вынужденного покоя (февраль – апрель) их можно получить путем прогрева веток в теплой воде и дальнейшего распускания листьев в воде комнатной температуры. Можно также использовать набор листьев разных видов комнатных растений.

#### Ход работы

Перед занятием нагреть водяную баню до 40°C, в самом начале занятия погрузить в нее пучок из 5 одинаковых листьев исследуемых растений, скрепив черешки провололочкой. Выдержать листья в воде в течение 30 мин, поддерживая температуру на уровне 40°C. Затем взять первую пробу: оторвать по одному листу каждого вида растений и поместить в чашку Петри с холодной водой. После охлаждения взять лист пинцетом и перенести в чашку с соляной кислотой.

Поднять температуру в водяной бане до 50°C и через 10 мин после этого извлечь из нее еще по одному листу, повторив операцию и перенести охлажденный в воде лист в новую чашку Петри с *HCl*. Так постепенно довести температуру до 80°C, беря пробы через каждые 10 мин при повышении температуры на 10°C.

Через 20 мин после погружения листа в *HCl* учесть степень повреждения по количеству бурых пятен. Результаты записать в таблицу, обозначив отсутствие побурения знаком «-», слабое побурение «+», побурение более 50% площади листа «++» и сплошное побурение «+++». Записать результаты по разным древесным растениям в общую таблицу.

Таблица 2

Объект	Степень повреждения листьев
--------	-----------------------------

	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C

Построить ряд термостойкости древесных пород или комнатных растений по степени убывания. Сделать соответствующие выводы.

Результаты исследования представить в виде отчета

### 5.3 Лабораторная работа 3

**Определение загрязнения окружающей среды пылью по ее накоплению на листовых пластинках растений. Построение карты загрязнения территории пылью**

**Цель работы:**

1. Овладеть методом определения загрязнения окружающей среды пылью по ее накоплению на листовых пластинках растений.
2. Сделать сравнительный анализ полученных результатов и определить наиболее благоприятную экологическую зону города.

#### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В условиях городов и других обжитых территорий одним из мощных загрязнителей воздуха является пыль, которая переносится на большие расстояния при распылении почв, при выбросах от цементных, керамических заводов, предприятий по производству силикатного кирпича, а также от движущегося автотранспорта. В последнем случае это мелкие частички почвы и различных солей, продукты снашивания шин и размельчения асфальтового покрытия. Все эти частицы, составляющие пыль, оседают на листьях, вдыхаются человеком, вызывая нарушение работы дыхательных путей, силикозы, провоцируя кашель и слезотечение. Наибольшее задержание пыли листьями отмечено у различных видов тополей, которые распространены в озеленительных посадках городов России и СНГ. Тополя вообще являются наиболее устойчивыми из древесных пород к различным типам воздушных загрязнений.

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

##### Приборы и реактивы

- 1) весы;
- 2) термостат;
- 3) калька;
- 4) вата;
- 5) пинцеты;
- 6) фильтровальная бумага;
- 7) линейки;
- 8) микроскоп.

##### Ход работы

Листья одного вида тополя, наиболее распространенного в городе (черного, бальзамического и др.), отбирают заранее (на отмеченных по карте местах) с высоты 1,5-3 м (высота слоя воздуха, вдыхаемого человеком) в 10-15-кратной повторности. Для этого используется садовый секатор на сборной штанге. Одновременно отбирают листья тополей, произрастающих в чистой зоне (контроль). Листья помещают в пакеты из кальки и осторожно доставляют в лабораторию, избегая стряхивания пыли.

##### Методы определения количества пыли

В лабораторных условиях на аналитических весах взвешивают кусочек влажной ваты, завернутый в кальку (до 0,001 г). Лист тополя тщательно обтирают этой ваткой с двух сторон (разворачивать кальку следует с помощью пинцета), после чего ватку взвешивают в кальке повторно. Массу пыли (Р) рассчитывают как разницу между вторым и первым взвешиванием ( $P = P_2 - P_1$ ). Площадь листа высчитывают путем обмера листовых пластинок вдоль (а) и поперек (b) и умножением на переводной коэффициент (κ):

$$S = a \cdot b \cdot \kappa$$

Коэффициент колеблется для различных видов тополей от 0,60 до 0,66. Конечный результат выглядит так:

$$m = P / S_{\text{лг}}/\text{см}^2,$$

где:  $m$  – масса пыли на 1 см<sup>2</sup> листа.

Фильтровальную бумагу смачивают водой до стекания. На нее помещают лист своей верхней, а затем рядом – нижней стороной и прикрывают листом кальки или пленкой. На фильтре получается отпечаток, который оценивают визуальным способом по степени загрязнения (сплошное – 100%, наполовину – 50% и т. Д.).

Для этих же целей можно использовать липкую пленку «скотч», которую накладывают на лист растения, снимают и приклеивают к белому листу бумаги.

Пыль смывают с 30-50 листьев кисточкой в предварительно взвешенную испарительную чашку, воду упаривают, чашку с пылью высушивают в сушильном шкафу при температуре +105°С до постоянной массы, а затем взвешивают. Количество пыли рассчитывают в мг на см<sup>2</sup> листа.

Таблица 5 – Полученные данные

Место взятия	Площадь листьев	Количество пыли	
		мг/см <sup>2</sup>	% от контроля

Построение карты загрязнения пылью определенной территории.

Полученные данные по запыленности листьев в разных экологических условиях выписывают на доску, сравнивают с контролем (принимается за 100%). Берут примерную карту района или участка города, на нее наносят данные по загрязнению листьев, сходные по степени загрязнения участки соединяют изолиниями. Раскрашивают разными карандашами: красный – зона наибольшего загрязнения, оранжевый – сильного, розовый – среднего, слабо розовый – слабого и зеленый – чистая зона.

### Анализ суммарной запыленности воздуха

Для получения объективной информации по загрязнению атмосферы пылеулавливающие устройства надо применять несколько раз. Но природа и сама создала уникальные ловушки для сбора загрязнителей, например, снежный покров. Исследуя его, можно узнать степень запыленности за весь зимний период.

Цель работы:

1. Определить запыленность приземных слоев атмосферы за зимний период
2. Сравнить разные в экологическом отношении районы

Оборудование: пробоотборники (пластмассовые бутылки диаметром 10 см с отрезанным дном, емкости для снега (полиэтиленовые пакеты), лопатки, трехлитровые банки, воронки, фильтры, весы, блокнот, карандаш.

Ход работы

1. Выбрать места сбора проб, разные в физико-географическом и экологическом отношении, с ненарушенным снежным покровом, в открытой местности.
2. Вдавливая вертикально вниз до земли пробоотборник, взять пробы снега по 2-3 с участка (в зависимости от толщины снежного покрова) и поместить их в пакеты 3. В помещении переложить снег в банки, убрав остатки растительности.
4. Взвесить сухие фильтры, записать результат
5. Медленно профильтровать пробы по мере таяния снега
6. Фильтры высушить при комнатной температуре в течение суток, взвесить, результаты записать.
7. Рассчитать величину атмосферных выпадений. От массы фильтра с осадком отнять массу чистого фильтра.

8. Измерив площадь сечения пробоотборника, можно вычислить количество пыли, выпадающей на 1 кв.м или гектар за сезон
9. Провести сравнительный анализ проб.

#### 5.4 Лабораторная работа 4

##### Определение качества водопроводной 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  $H_2SO_4$  (10 н.), раствор  $NaOH$  (10 н.),  $NH_4OH$  (конц.), раствор  $CH_3COOH$  (2 н.), 2%-ный раствор  $KI$ .

**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°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°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, свежеспаханной 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.

## 5.5 Лабораторная работа 5

### 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 раствор 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:

$$W = \frac{m_{\hat{a}\ddot{e}} - m_{\tilde{n}}}{m_{\hat{a}\ddot{e}} - m_0} \cdot 1000.$$

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  $\text{HCl}$ .

Результаты и выводы записывают в тетрадь.

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

к 1 мл фильтрата (опыт №2) приливают несколько капель 10 %-ного раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и добавляют по капле раствор  $\text{AgNO}_3$ .

Результаты и выводы записывают в тетрадь.

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

к 1 мл фильтрата (опыт №2) добавляют 5-6 капель  $\text{HCl}$  и приливают постепенно 8-10 капель 20 %-ного раствора  $\text{BaCl}_2$ .

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 ( $\text{Fe}^{3+}$ ) 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  $\text{HNO}_3$ , а затем по 0,5 мл 50 %-ного раствора роданида калия ( $\text{KSCN}$ );

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 ( $\text{Cu}^{2+}$ ) 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 ( $\text{Mn}^{2+}$ ) в почве:**

в колбу помещают 25 мл исследуемого фильтрата (опыт №2), подкисляют несколькими каплями 25 %-ного раствора  $\text{HNO}_3$ . Прибавляют по каплям 2 %-ный раствор  $\text{AgNO}_3$  до появления помутнения. Добавляют несколько кристалликов диоксида свинца и нагревают до кипения.

Результаты наблюдения и выводы записывают в тетрадь.

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

к 0,5 мл почвенной вытяжки фильтрата прибавляют по каплям 3 %-ный раствор фтористого натрия  $\text{NaF}$  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 ( $\text{Ca}^{2+}$ ) в почве:**

к 1 мл фильтрата по каплям добавляют 10 %-ный раствор  $\text{HCl}$  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 ( $\text{Zn}^{2+}$ ) в почве:**

к 1 мл фильтрата приливают 1 мл раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  (выпадение белого осадка, растворимого в избытке гидроксида аммония, указывает на наличие катионов цинка).

Результаты наблюдения и выводы записывают в тетрадь.

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

к 1 мл фильтрата приливают несколько капель  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Затем пипеткой добавляют 1 мл раствора  $\text{KI}$ . При наличии ионов свинца выпадает желтый осадок.

Результаты наблюдения и выводы записывают в тетрадь.

**Опыт №5: Влияние анионов и катионов, содержащихся в почве на биологические системы**

Отделяют белок куриного яйца от желтка, тщательно перемешивая, растворяют его в 150 мл дистиллированной воды. Раствор дважды фильтруют через четырехслойный марлевый фильтр.

В две пробирки помещают по 1 мл раствора белка куриного яйца. В одну пробирку добавляют 5 %-ный раствор нитрата свинца (II)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , а в другую 5 %-ный раствор хлорида меди  $\text{CuCl}_2$  (II).

Наблюдения и выводы записывают в тетрадь.

**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 3 – 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 прокаливания могут быть существенные потери серы, фосфора, калия и натрия. Может также наблюдаться сплавление с кремниевой кислотой, что мешает полному озолению. В этом случае прокаливание прекращают, охлаждают тигель и добавляют в него несколько капель горячей дистиллированной воды; подсушивают на плитке и продолжают прокаливание.

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 прокаливанию.

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 4 – Схема записи результатов

Название части растения или почв	Масса, г			%	
	абсолютно сухой навески с тиглем	тигля с золой	органического вещества	органического вещества	золы
	$A$	$B$	$N$	$X$	$Y$
Древесина					
Листья					
Кора					
Почва(чернозем)					

## 5.6 Лабораторная работа 6

### Определение влажности листьев и их тургорного состояния как индикаторных 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 визуальное 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 перекладывают в бумажные пакеты (типа больших аптекарских) в трехкратной повторности, подписывают, взвешивают вместе с пакетом. Листья высушивает лаборант при температуре  $+105^{\circ}\text{C}$  до постоянной массы к следующему занятию. Материал быстро переносят в эксикатор, на дне которого находится  $\text{CaCl}_2$  (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.

## 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-4 ПК-5	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.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины**

#### **КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

##### **Контрольная работа № 1**

###### **Вариант 1**

1. Назовите особенности использования микроорганизмов в качестве биоиндикаторов.
2. Назовите симбиотические методы в биоиндикации.
3. В каких областях применяют биоиндикацию.
4. Назовите методы оценки качества воздуха.
5. Назовите методы оценки качества воды.
6. Объясните, что собой представляет балл интегральной токсичности (БИТ).

##### **Контрольная работа № 2**

###### **Вариант 1**

1. Дать определение биотестирования.
2. Назовите наиболее информативные параметры, которые характеризуют общее состояние живой системы.
3. В чем заключается суть методологии биотестирования.
4. Перечислите основные требования к методам биотестирования.
5. Назовите два наиболее важных требования к методам биотестирования.

#### **ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ**

##### **«Биоиндикация»**

*1: Биоиндикация – это*

- изучение влияния человека на экосистемы
- индикация абиотических и биотических факторов
- выявление изменений окружающей среды при воздействии радиоактивного излучения
- выявление изменений окружающей среды при возведении промышленного комплекса

*2: Биоиндикаторы – это:*

- живые организмы, обитающие в районах техногенного загрязнения

- живые организмы, изменяющиеся морфологически в условиях техногенного загрязнения

- живые организмы реагирующие на изменение сапробности воды
- живые организмы, используемые для выявления загрязнения окружающей среды

3: *Наиболее эффективные методы очистки:*

- механический
- химический
- биохимический
- физико-химический

4: *Перспективными биоиндикаторами являются виды:*

- с узкой амплитудой толерантности к антропогенным условиям
- с широкой амплитудой толерантности к антропогенным условиям
- с низкой экологической валентностью
- с низким адаптивным потенциалом

5: *Индикатором степени чистоты атмосферы являются:*

- грибы
- лишайники
- водоросли
- насекомые

6: *Самый лучший метод очистки воды от загрязнения органическими веществами:*

- механический
- химический
- биологический
- физический.

7: *Биологический метод очистки воды от загрязнения основан на использовании:*

- рыб
- растений
- микроорганизмов
- торфа

8: *Биоиндикационные исследования нельзя проводить на уровнях:*

- субклеточном
- клеточном
- видовом
- межвидовом

9: *Воды рек обновляются:*

- Через сутки
- Через месяц

: Примерно через 10-12суток

- Через год

10: *Особенности состояния популяции определяют также её показатели как:*

- возрастной спектр
- устойчивость
- индекс численности
- инерционность популяционной системы

11: *Живые системы считаются открытыми потому, что они:*

- построены из тех же химических элементов, что и неживые
- обмениваются веществом, энергией и информацией с внешней средой
- обладают способностью к адаптациям
- способны размножаться

12: *Массовая гибель рыбы при разливе нефти в водоемах связана с уменьшением в воде:*

- световой энергии;

- кислорода;
- углекислого газа;
- солености.

*13: За какое время разлагается половина пролитой в море нефти:*

- за неделю;
- за месяц;
- за год;
- за десять лет.

*14: Гомеостаз – это:*

- защита организма от антигенов
- поддержание относительного постоянства внутренней среды организма
- смена биологических ритмов
- смена биоценозов

*15: Основная задача биоиндикации*

- разработка системы контроля за состоянием окружающей среды
- разработка методов и критериев адекватно отражающая уровень антропогенных воздействий с учётом характера загрязнения

- разработка системы наблюдений за состоянием окружающей среды
- выявление характера воздействия внешних факторов на живые организмы

*16: Использование методов биоиндикации позволяет решать задачи:*

- экологического мониторинга
- фенологического мониторинга
- географического мониторинга
- антропогенного мониторинга

### **ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ**

1. Особенности и критерии оценки состояния окружающей среды (геохимический, геофизический и индикационный).
2. Санитарно-гигиенические показатели. Экологические критерии. Оценка степени антропогенных изменений природной среды.
3. Методы прогнозирования : эвристические, аналитические и статистические.
4. Наземные методы получения первичной информации о состоянии природной среды: геофизические, геохимические, биологические. Биоиндикация и её виды (дендро-индикация, лишеноиндикация, гидробиологическая индикация и др.).
5. Аналитические методы определения содержания загрязняющих веществ в объектах окружающей среды (фотометрический, хроматографический, спектральный анализ и др.).

### **ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, схемы приборов, расчеты, таблицы с результатами измерений, вывод.

### **ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ**

1. Тест-системы для индикации ионов тяжёлых металлов в объектах окружающей среды.
2. Использование методов природной индикации для оценки состояния окружающей среды.
3. Оценка загрязнения окружающей среды методом индикации снежного покрова.
4. Растения и животные – индикаторы загрязнения окружающей среды.
5. Виды и назначение индикаторов экоэффективности.

### **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.

## **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:

- Официальный сайт 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 «Биоразнообразие», 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.)
- Люксмер (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-3КМ (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.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

**Разработчик:** Родионова Н.А., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

## 11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

### Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2021/2022 уч. г.

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2020/2021 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 1 от 8 сентября 2021 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1	
№ страницы с изменением: 26	
Исключить:	Включить:
	В пункт 9.3: ЭБС «Юрайт» <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021/2022 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 4 от 29 декабря 2021 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 2	
№ страницы с изменением: 26	
Исключить:	Включить:
	<p>В пункт 10:  <b>Ауд. 118 «А». Лаборатория естественно-научной направленности педагогического технопарка «Кванториум-28» им. С.В. Ланкина</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Доска 1-элементная меловая магнитная (1 шт.)</li> <li>• Парта лабораторная с надстройкой и выдвижным блоком (2 шт.)</li> <li>• Письменный стол (4 шт.)</li> <li>• Стол пристенный химический (3 шт.)</li> <li>• Стол для преподавателя (угловой) правосторонний (1 шт.)</li> <li>• Стеллаж книжный, 12 ячеек (1 шт.)</li> <li>• Полка навесная, белая (1 шт.)</li> <li>• Пуф 80*80 (2 шт.)</li> <li>• Пуф 52*52 (2 шт.)</li> <li>• Диван трёхместный (1 шт.)</li> <li>• Кресло для руководителя Директ плюс (1 шт.)</li> <li>• Тумба с мойкой накладной для кухонного гарнитура (белая) (2 шт.)</li> <li>• Кулер Silver Arrow 130 (1 шт.)</li> <li>• Ноутбук (4 шт.)</li> <li>• МФУ принтер Brother DCP-L5500 (1 шт.)</li> <li>• Аппарат Киппа (2 шт.)</li> <li>• Стерилизатор для лабораторной посуды воздушный (1 шт.)</li> <li>• Лабораторное оборудование по химии (6 шт.)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Магнитная мешалка (1 шт.)</li> <li>• Цифровая лаборатория по химии «Releon» (6 шт.)</li> <li>• Цифровая лаборатория по физике «Releon» (6 шт.)</li> <li>• Цифровая лаборатория по биологии «Releon» (6 шт.)</li> <li>• Учебно-исследовательская лаборатория биосигналов и нейротехнологий (6 шт.)</li> <li>• Учебная лаборатория точных измерений (6 шт.)</li> <li>• Микроскоп учебный «Эврика» (6 шт.)</li> </ul>
--	---

**Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2022/2023 уч. г.**

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 учебном году на заседании кафедры (протокол № 8 от 26 мая 2022 г.). В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 3	
№ страницы с изменением: 25	
В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».	