

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт биологии и экологии  
 (Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:  
 Директор института  
 Институт биологии и экологии  
 Смирнова И.Н.  
 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ**  
 (наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**  
 06.03.01 Биология  
 (код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**  
 Общая биология  
 (направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Физико-химические методы исследования в биологии» является приобретение студентами знаний о современных экспериментальных методах и подходах, основанных на законах физики и физической химии, используемых при проведении биологических исследований.

Задачи:

- 1) изучение теоретических основ и практических аспектов физико-химических методов, применяемых в биологических исследованиях.
- 2) освоение основных типов современных приборов, предназначенных для анализа объектов окружающей живой природы посредством физико-химических методов анализа.
- 3) установление междисциплинарных связей с биологией, способствующих усвоению и глубокому пониманию физико-химической сущности биологических наук.
- 4) формирование навыков научного исследования, обработки результатов эксперимента, поиска научной информации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физико-химические методы исследования в биологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 Способен формулировать задачи научного исследования в области экологии и природопользования, реферировать научные труды, составлять аналитические обзоры накопленных мировой наукой сведений.	ПК-1.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели научного исследования в области экологии и природопользования ПК-1.2 Реферировать научные труды, составляет аналитические научные обзоры, в том числе на английском языке	Знает теоретические основы и практические аспекты физико-химических методов, применяемых в биологических исследованиях. Умеет работать на основных типах современных приборов, предназначенных для анализа объектов окружающей живой природы. Владеет навыками научного исследования, обработки результатов эксперимента, поиска научной информации.	Коллоквиумы, защита лабораторных работ

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
<b>1</b>	<b>Методы разделения и определения молекулярной массы биополимеров</b>								
1.1	Центрифугирование	7	1-2	2		4	2	7	
1.2	Хроматография	7	3-4	2		4	2	7	
1.3	Электрофорез	7	5-6	2				7	Рейтинг-контроль 1
<b>2</b>	<b>Электрохимические методы анализа</b>								
2.1	Потенциометрия и кондуктометрия	7	7-8	2		6	3	7	
2.2	Вольтамперометрия и кулонометрия	7	9-10	2				7	
<b>3</b>	<b>Оптические методы исследования и анализа</b>								
3.1	Молекулярно-абсорбционная спектроскопия	7	11-12	2		10	5	7	Рейтинг-контроль 2
3.2	Молекулярно-эмиссионная спектроскопия	7	13-14	2		4	2	7	
3.3	Рентгенофлуоресцентная спектроскопия	7	15-16	2		4	2	7	
3.4	Рефрактометрия	7	17-18	2		4	2	7	Рейтинг-контроль 3
Всего за 7 семестр:				18		36		63	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18		36		63	Экзамен (27)

##### Содержание лекционных занятий по дисциплине

**Раздел 1. Методы разделения и определения молекулярной массы биополимеров.**

**Тема 1.1. Центрифугирование.**

Теоретические основы седиментации в гравитационном и центробежном полях. Практическая реализация и применение центрифугирования. Представление о дифференциальном

центрифугировании, центрифугировании в градиенте плотности хлорида цезия и сахарозы. Общие и отличительные признаки данных методов разделения биомакромолекул. Характеристика биомакромолекул по константе их седиментации. Зональное и изопикническое центрифугирование. Принципиальное устройство центрифуг. Роторы центрифуг: угловые и свободно подвешенные (горизонтальные).

### **Тема 1.2. Хроматография**

Теоретические основы хроматографии. История открытия хроматографии М. С. Цветом. Процессы сорбции-десорбции. Основные виды хроматографии: адсорбционная, ионообменная, распределительная, эксклюзионная (гель-хроматография) и аффинная. Практическая реализация и применение хроматографических методов. Принципиальная схема хроматографа.

### **Тема 1.3. Электрофорез.**

Теоретические основы электрофореза. Основные электрофоретические методы и их использование в биологических исследованиях. Применение электрофореза для разделения и определения молекулярной массы биополимеров.

## **Раздел 2. Электрохимические методы анализа**

### **Тема 2.1. Потенциометрия и кондуктометрия**

Теоретические основы потенциометрии. Типы электродов: ионоселективные, окислительно-восстановительные, водородные. Практическая реализация и применение потенциометрических методов. Ионметрия и потенциометрическое титрование.

Теоретические основы кондуктометрии. Понятие электропроводности, удельной электрической проводимости, эквивалентной электрической проводимости. Практическая реализация и применение кондуктометрии. Прямая кондуктометрия, кондуктометрическое титрование.

### **Тема 2.2. Вольтамперометрия и кулонометрия**

Теоретические основы электролиза. Законы Фарадея. Методы анализа и исследования, основанные на применении электролиза: вольтамперометрия, амперометрическое титрование, кулонометрия.

## **Раздел 3. Оптические методы исследования и анализа**

### **Тема 3.1. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия**

Теоретические основы фотометрии и спектрофотометрии. Оптическая плотность. Пропускание раствора. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Практическая реализация и применение фотометрических методов. Принципиальная схема фотометра. Методы определения концентрации химических веществ в растворах посредством фотометрии.

### **Тема 3.2. Молекулярно-эмиссионная спектроскопия**

Теоретические основы люминесцентного анализа. Виды люминесценции. Практическая реализация и применение люминесцентных методов. Принципиальная оптическая схема флуориметра. Методы количественного и качественного люминесцентного анализа. Люминесцентная микроскопия.

### **Тема 3.3. Рентгенофлуоресцентная спектроскопия**

Теоретические основы рентгенофлуоресцентного анализа. Рентгеновское излучение. Характеристическое рентгеновское и оптическое излучение. Спектральные линии. Практическая реализация и применение рентгенофлуоресцентных методов. Рентгенооптическая схема спектрометра. Качественный и количественный анализ.

### **Тема 3.4. Рефрактометрия**

Теоретические основы рефрактометрии. Закон преломления, относительный и абсолютный показатель преломления. Практическая реализация и применение рефрактометрии. Устройство и виды рефрактометров.

## Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине

### Раздел 1. Методы разделения и определения молекулярной массы биополимеров

#### Тема 1. Центрифугирование

Лабораторная работа №1. Выделение хлоропластов методом дифференциального центрифугирования.

#### Тема 1.2. Хроматография

Лабораторная работа №2. Разделение пигментов листа методом хроматографии на бумаге.

Лабораторная работа №3. Разделение аминокислот методом круговой распределительной хроматографии на бумаге.

### Раздел 2. Электрохимические методы анализа

#### Тема 2.1. Потенциометрия и кондуктометрия

Лабораторная работа №4. Потенциометрическое титрование глицина.

Лабораторная работа №5. Определение содержания лимонной кислоты в цитрусовых методом кондуктометрического титрования.

### Раздел 3. Оптические методы исследования и анализа

#### Тема 3.1. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия

Лабораторная работа №6. Количественное определение пигментов листьев фотометрическим методом.

Лабораторная работа №7. Количественное определение глюкозы в биологических жидкостях фотометрическим методом.

Лабораторная работа №8. Определение общего белка в сыворотке крови биуретовым методом.

Лабораторная работа №9. Спектрофотометрическое определение нуклеиновых кислот по методу Спирина.

Лабораторная работа №10. Определение пролина в растениях.

#### Тема 3.2. Молекулярно-эмиссионная спектроскопия

Лабораторная работа №11. Флуориметрическое определение содержания рибофлавина.

Лабораторная работа №12. Исследование прижизненного свечения хлорофилла с помощью флуоресцентного микроскопа.

#### Тема 3.3. Рентгенофлуоресцентная спектроскопия

Лабораторная работа №13. Определение содержания тяжелых металлов в пробах почв и растительного сырья рентгенофлуоресцентным методом.

#### Тема 3.4. Рефрактометрия

Лабораторная работа №14. Определение содержания сахарозы в растворе рефрактометрическим методом.

Лабораторная работа №15. Определение общего белка сыворотки крови рефрактометрическим методом.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 5.1. Текущий контроль успеваемости

#### *Рейтинг-контроль 1*

1. Седиментация и седиментационное равновесие в гравитационном и центробежном полях.
2. Что такое коэффициент седиментации и относительное центробежное ускорение?
3. Из каких основных узлов состоят центрифуги и ультрацентрифуги?

4. Каковы особенности применения центрифугирования и ультрацентрифугирования?
5. Особенности методов центрифугирования: равновесное, зональное и дифференциальное.
6. В чем состоит сущность хроматографического процесса?
7. По каким принципам классифицируют хроматографические методы?
8. Из каких узлов состоит принципиальная схема хроматографической установки?
9. Что такое электрофорез и какое применение находят электрофоретические методы в биологии?
10. В чем заключается метод изоэлектрического фокусирования?

#### *Рейтинг-контроль 2*

1. На чем основаны потенциометрические методы анализа?
2. Как устроен электрод: водородный, каломельный, хлорсеребряный?
3. В чем особенность ионоселективных электродов?
4. В чем сущность методов прямой потенциометрии?
5. Что представляет собой кондуктометрическая ячейка?
6. В каких областях применяют метод прямой кондуктометрии?
7. Каково значение кондуктометрических методов в биологических исследованиях?
8. Что такое электролиз и электролитическая ячейка?
9. В чем сущность вольтамперометрических методов исследования?
10. Что такое кулонометрия и каковы области ее применения?

#### *Рейтинг-контроль №3*

1. Какие виды оптических методов анализа существуют?
2. Перечислите основные узлы фотометрических приборов.
3. Каково практическое применение фотометрических методов анализа?
4. Дайте понятие «люминесценция» и кратко охарактеризуйте историю развития метода.
5. Опишите принципиальную схему флуориметра.
6. Каковы особенности люминесцентной микроскопии?
7. Что называют рентгенофлуоресцентным анализом? Дайте определение рентгеновского излучения.
8. Какое применение нашел метод рентгенофлуоресцентного анализа в различных отраслях промышленности?
9. Дайте определение рефракции. Что такое рефрактометрия?
10. Какие типы рефрактометров существуют? Назовите их особенности.

### **5.2. Промежуточная аттестация – экзамен**

1. Потенциометрия, принципы и значение метода.
2. Хроматография, основные виды. История открытия.
3. Электрофорез. Принцип метода и использование в биологических исследованиях.
4. Центрифугирование, виды центрифуг и их назначение.
5. Основы тонкослойной хроматографии.
6. Сущность методов разделения биополимеров в градиенте сахарозы и градиенте плотности хлористого цезия.
7. Устройство микроскопов. Особенности люминесцентного микроскопа.
8. Основной принцип фотометрических методов анализа. Принципиальная схема приборов.
9. Показатель преломления среды. Рефрактометрические методы анализа.
10. Центробежное ускорение при разделении биомолекул. Виды роторов у различных центрифуг.
11. Изоэлектрическое фокусирование. Принцип метода и область применения.
12. Спектрофотометрия, основные понятия и назначение метода.

13. Рефрактометрия. Типы рефрактометров.
14. Центробежное ускорение. Коэффициент седиментации.
15. Электроды для потенциометрии. Виды и особенности.
16. Кондуктометрия. Основные методы.
17. Сущность вольтамперометрии. Амперометрическое титрование.
18. Кулонометрия. Основные методы.
19. Люминесценция. Виды люминесценции.
20. Рентгенофлуоресцентный анализ. Происхождение характеристических спектров
21. Практическая реализация и применение рентгенофлуоресцентных методов.
22. Практическая реализация и применение люминесцентных методов.
23. Применение электрофореза для разделения и определения молекулярной массы биополимеров.
24. Методы количественного и качественного люминесцентного анализа. Особенности методов.
25. Классификация хроматографических методов по механизму процесса сорбции. Особенности этих методов.
26. Дифференциальное, зональное и изопикническое центрифугирование. Особенности этих методов.
27. Практическая реализация и применение потенциометрических методов.
28. Виды фотометрических методов анализа, их особенности.
29. Классификация электрохимических методов анализа. Особенности методов.
30. Принципиальная схема хроматографа. Дифференциальная и интегральная хроматограммы.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося – рефераты

1. Адсорбционная хроматография.
2. Распределительная хроматография.
3. Ионообменная хроматография.
4. Эксклюзионная или гель-хроматография.
5. Аффинная хроматография.
6. Тонкослойная хроматография.
7. Электрогравиметрия.
8. Амперометрическое титрование.
9. Кондуктометрическое титрование.
10. Кулонометрическое титрование.
11. Хемилюминесценция.
12. Фосфоресценция.
13. Фосфоресцентная микроскопия.
14. Люминесцентная микроскопия.
15. История открытия метода хроматографии.
16. Электронная микроскопия.
17. Ионообменные смолы.
18. Изоэлектрофокусирование.
19. Нисходящая и восходящая хроматография.
20. Ультрацентрифугирование.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Васильев, В. П. Аналитическая химия: учебник для вузов: в 2 кн. / В. П. Васильев. — Кн. 2: Физико-химические методы анализа. — 4-е изд., стер. — М.: Дрофа, 2004. — 383 с. — ISBN 5-7107-8746-9.	2004	20 экз.
2. Физико-химические методы анализа: практическое руководство: учебное пособие для вузов / В. Б. Алесковский [и др.]; под ред. В. Б. Алесковского. — Л.: Химия, 1988. — 373 с. — ISBN 5-7245-0013-2.	1998	77 экз.
3. Пустовалова, Л. М. Практикум по биохимии: [для студентов вузов] / Л. М. Пустовалова. — Ростов-на-Дону: Феникс, 1999. — 541 с. — ISBN 5-222-00829-0.	1999	30 экз.
4. Практикум по физико-химическим методам анализа: учебное пособие для вузов / И. Я. Гурецкий [и др.]; под ред. О. В. Петрухина. — М.: Химия, 1987. — 245 с.	1987	39 экз.
5. Практикум по физико-химическим методам исследования в биологии / авт.-сост. Ю. Н. Курбатов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. — Владимир : Изд-во ВлГУ, 2021. — 164 с. — ISBN 978-5-9984-1339-1.	2021	<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/8946/1/02159.pdf">http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/8946/1/02159.pdf</a>
Дополнительная литература		
1. Практикум по физиологии растений : учебное пособие для педагогических вузов по специальности 032400 - "Биология" / В. Б. Иванов [и др.] ; под ред. В. Б. Иванова .— Москва : Академия, 2001 .— 140 с. : ил., табл. — (Высшее образование) .— На тит. л. изд-во указано на лат. яз. — Библиогр.: с. 135-136 .— ISBN 5-7695-0668-7.	2001	19 экз.
2. Кнорре Д. Г. Биологическая химия : учебник для химических, биологических и медицинских специальностей вузов / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина .— Изд. 3-е, испр. — Москва : Высшая школа, 2000 .— 479 с. : ил. — Библиогр.: с. 466-467 .— Предм. указ.: с. 468-479 .— ISBN 5-06-003720-7.	2000	24 экз.
3. Плэмбек, Джеймс А. Электрохимические методы анализа. Основы теории и применение : пер. с англ. / Д. А. Плэмбек .— Москва : Мир, 1985 .— 504 с. : ил., табл. — Библиогр. в конце гл. — Предм. указ.: с. 490-496.	1985	5 экз.
4. Сидоренко В. М. Молекулярная спектроскопия биологических сред : учебное пособие для вузов / В. М. Сидоренко .— Москва : Высшая школа, 2004 .— 191 с. : ил. — Библиогр.: с. 190-191 .— ISBN 5-06-004067-4.	2004	5 экз.
5. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа : учебник для вузов / А. Ф. Жуков [и др.] ; под ред. О. М. Петрухина .— Москва : Химия, 2001 .— 496 с. : ил. — (Федеральная целевая программа "Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997-2000 годы") .— Библиогр. в конце гл. — ISBN 7245-0953-9.	2001	15 экз.



## 6.2. Периодические издания


- 1) Биомедицинская химия.
- 2) Вестник Московского университета. Серия 16. Биология.
- 3) Прикладная биохимия и микробиология.


## 6.3. Интернет-ресурсы


- 1) <http://www.molbiol.ru/> - классическая и молекулярная биология
- 2) <https://medbiol.ru/> - биология и медицина
- 3) <https://www.rsl.ru/> - Российская государственная библиотека
- 4) <https://xumuk.ru/> - информационный сайт о химии


## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория 133-7 оборудована мультимедийными средствами (ноутбук, проектор), для показа презентаций, учебных фильмов и др. Лабораторные работы проводятся с использованием следующего оборудования: рН-метр SevenCompact S220 (Mettler Toledo), кондуктометр SevenCompact S230 (Mettler Toledo), оптический микроскоп «Olympus-CX-41» (Япония), термостат ТВ-80СПУ, фотометр КФК-3 «ЗОМЗ», люминесцентный тринокулярный микроскоп «Микромед-3ЛЮМ», рефрактометр ИРФ-454 Б2М, сухожар ШС-80-01 СПУ, центрифуга лабораторная медицинская ОПн-8, лабораторные электронные весы SCL-150, рентгенофлуоресцентный волнодисперсионный спектрометр «СПЕКТРОСКАН МАКС-G», люминесцентно-фотометрический анализатор жидкости «Флюорат-02-4М», а также дополнительное оборудование и материалы.

Рабочую программу составил Курбатов Ю. Н., ассистент кафедры БиЭ  
(ФИО, должность, подпись) 

Рецензент  
(представитель работодателя) к.б.н., инженер по охране окружающей среды  
ОАО «Владимирский завод «Электроприбор»» А. С. Злышко  
(место работы, должность, ФИО, подпись) 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологии и экологии  
Протокол № 1 от 30 августа 2021 года  
Заведующий кафедрой Трифонова Т. А.  
(ФИО, подпись) 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 06.03.01 Биология  
Протокол № 1 от 30 августа 2021 года  
Председатель комиссии Трифонова Т.А.  
(ФИО, должность, подпись) 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины

**НАИМЕНОВАНИЕ**

образовательной программы направления подготовки код и наименование ОП, направленность:  
наименование (указать уровень подготовки)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Подпись

ФИО