

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

УТВЕРЖДАЮ:



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ, ОЧИСТКИ И АНАЛИЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

04.04.01 Химия

направленность (профиль) подготовки

химия фармацевтических препаратов и биологически активных веществ

г. Владимир

2022 год

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение обучающимися основ современных физико-химических методов, используемых при выделении, разделении и анализе биологических объектов.

Задачи: ознакомление студентов с основными принципами и приемами, используемыми в современной биохимии и биоаналитической химии для решения научно-практических задач по выделению и анализу биологических веществ, прежде всего белков и пептидов, олиго- и полинуклеотидов, а также олиго- и полисахаридов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

3.

Дисциплина «Методы выделения, очистки и анализа биологических веществ» относится к части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.04).

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Методы выделения, очистки и анализа биологических веществ», 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	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-4 Способен осуществлять научно-исследовательскую и профессиональную деятельность, связанную с контролем качества сырья и физико-химических показателей композиционных материалов и лекарственных средств с использованием эффективных физико-химических методов	<p>ПК-4.1. Знает стандарты, методики и инструкции, определяющие порядок разработки и оформления отчетной документации по результатам исследований композиционных материалов и лекарственных средств; ориентируется в новейших достижениях в области химии и химической технологии;</p> <p>ПК-4.2. Умеет разрабатывать схемы экспертных исследований; анализировать возможности различных методов, исходя из специфики поставленной исследовательской задачи и интерпретировать полученные результаты;</p> <p>ПК-4.3. Владеет методами выделения, идентификации и пробоподготовки для исследования композиционных материалов и лекарственных средств</p>	<p>Знает: государственные стандарты и утвержденные методики</p> <p>Умеет: применять принципы, лежащие в основе изучаемых методов анализа и разделения, для проведения необходимых расчётов</p> <p>Владеет: теоретическими основами/экспериментальными навыками в избранной области химии и смежных наук</p>	Вопросы, тестовые задания

<p>ПК-5 Способен производить высокоточные лабораторные исследования, направленные на определение химических свойств и состава материалов, проб, образцов и изделий, в т.ч. фармацевтических препаратов</p>	<p>ПК-5.1 Знает теоретические основы физических и физико-химических методов исследования; ПК-5.2. Умеет разрабатывать схемы экспертных исследований; анализировать возможности различных методов, исходя из специфики поставленной исследовательской задачи и интерпретировать полученные результаты; ПК-5.3. Владеет методами качественного и количественного анализа при исследовании различных объектов</p>	<p>Знает: физические основы методов исследования различных объектов профессиональной деятельности и принципы работы современного оборудования для решения задач профессиональной деятельности в области химии и химической технологии Умеет: проводить комплексные исследования в области клеточной и молекулярной биотехнологии Владеет: навыками адаптирования выбранного метода решения исследовательской или прикладной задачи для применения в отрасли, сочетать различные методы в решении комплексной задачи.</p>	<p>Вопросы, тестовые задания</p>
--	--	---	----------------------------------

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов

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 ¹	Лабораторные работы <i>в форме практической подготовки²</i>		
1	Методы выделения биологических веществ из клеточной массы, культуральной среды, биологических жидкостей и тканей. Основные принципы исследований в биохимии. Общий обзор и классификация	1	1	2			7	

¹ Распределение общего числа часов, указанных на практические занятия в УП, с учетом часов на КП/КР

² Данный пункт включается в рабочую программу только при формировании профессиональных компетенций.

	существующих методов.								
2	Спектрофотометрические и колориметрические методы анализа биомолекул.	1	3	2		4	4	7	
3	Гель-электрофорез белков и нуклеиновых кислот. Капиллярный электрофорез биологических молекул.	1	5	2		4	4	8	Рейтинг-контроль №1
4	Иммуноферментный анализ и иммуноблотинг.	1	7	2		4	4	7	
5	Биологический микронализ с использованием планарных и микрофлюидных биочипов. Биосенсоры.	1	9	2			4	8	
6	Полимеразно-цепная реакция (ПЦР) и ПЦР на биочипах.	1	11	2		4	1	7	Рейтинг-контроль №2
7	Гель-фильтрация, ультрафильтрация и ультракентрифугирование. Аффинная ультрафильтрация и аффинное осаждение.	1	13	2				8	
8	Хроматографические методы разделения биологических веществ. Аффинная и псевдо-аффинная хроматография. Спектроскопия ЯМР высокого разрешения.	1	15	2			4	9	
9	Хроматографические методы разделения биологических веществ. ВЭЖХ, ВЭЖХ/МС/МС, ГХ	1	17	2		4	1	9	Рейтинг-контроль №3
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине			18			20		70	Зачет

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1 Методы выделения биологических веществ из клеточной массы, культуральной среды, биологических жидкостей и тканей. Основные принципы исследований в биохимии. Общий обзор и классификация существующих методов.

Содержание темы.

Методы разделения, очистки и методы анализа. Химические основы лабораторных технологий. Общие принципы классификации.

Методы экстракционного разделения компонентов биологических проб. Техника проведения экстракции в водную фазу и органическими растворителями. Высушивание органических растворов. Методы распределительного разделения компонентов биологических проб. Распределение между растворами полимеров, примеры широко применимых в биохимическом анализе систем (декстран/полиэтиленгликоль). Барьерные методы (фильтрация, диализ, осмос на мембранных) в аналитической биохимии. Использование фильтрационных методов в сочетании с центрифугированием для выделения и очистки биологических макромолекул. Методы осадительного разделения компонентов биологических проб. Общие принципы осаждения веществ из растворов. Способы отделения образовавшегося осадка: декантация, фильтрация, центрифугирование; условия их проведения в зависимости от вида, свойств и химической природы отделяемого биополимера. Методы концентрирования растворов: седиментация, центрифугирование, ультрафильтрация,

упаривание на роторном испарителе, распылительная сушка, лиофилизация, концентрирование диализом, осадительное концентрирование. Теоретические представления о молекулярном распознавании.

Тема 2 Спектрофотометрические и колориметрические методы анализа биомолекул. Содержание темы.

Особенности применения аналитических методов в изучении биологических образцов. Характеристики спектральных приборов, используемых в спектроскопии. Спектрофотометрические методы исследования биопрепаратов. Закон Ламберта-Бера. Оптическая плотность, пропускание, поглощение. Количественный анализ веществ. Проверка соблюдения закона и особенности приложения к биологическим объектам. Свойства аддитивности оптической плотности. Анализ смеси веществ по спектрам поглощения. Основные хромофоры биологически важных соединений, влияние растворителя на спектры поглощения. Методы абсорбционной спектроскопии биологических систем. Спектры поглощения белков и нуклеиновых кислот. Спектры люминесценции биологических объектов. Спектрофлуориметрическое исследование ароматических аминокислот и белков с использованием спектральной и компьютерной техники. Инфракрасная спектроскопия биополимеров. Калориметрия. Методы калориметрических измерений. Низкотемпературная калориметрия биологических макромолекул. Сканирующая микрокалориметрия. Колориметрические методы: биуретовый метод, метод Лоури, метод Брэдфорда. Количественный анализ загрязнений в экологических системах. Качественные и количественные анализы с использованием колориметрии, предел чувствительности метода и применимость к анализу веществ разных классов.

Тема 3 Гель-электрофорез белков и нуклеиновых кислот. Капиллярный электрофорез биологических молекул. Содержание темы.

Общая теория электрофореза. Особенности электрофоретического разделения биологических макромолекул. Классификация электрофоретических методов разделения и анализа веществ. Электрофорез с подвижной границей. Зональный электрофорез. Электрофорез на бумаге. Электрофорез на ацетате целлюлозы. Электрофорез в полиакриламидном и агарозном гелях. Электрофорез белков и нуклеиновых кислот в гелях. Идентификация веществ после электрофоретического разделения. Непрерывный электрофорез. Капиллярный электрофорез, применения в системах секвенирования, схема прибора, производительность. Преимущества метода и сложности. Особенности применения электрофореза в биохимическом анализе. Электрофорез, принципы метода, возможности, использование в практике.

Тема 4 Иммуноферментный анализ и иммуноблотинг. Содержание темы.

Теоретические основы ИФА и других иммунохимических методов лабораторной диагностики. Классификация методов ИФА. Перспективы использования и развитие методов ИФА. Физико-химические закономерности взаимодействия антиген-антитело. Получение реагентов для ИФА. Получение антител. Этапы проведения ИФА. Модификация твердофазного ИФА – метод иммуноблота.

Тема 5 Биологический микроанализ с использованием планарных и микрофлюидных биочипов. Биосенсоры. Содержание темы.

Теоретические аспекты биологического анализа. История развития биоаналитических методов исследования. Биочипы. Биосенсоры. Наносенсоры. Понятие о квантовых точках (КТ). Дизайн систем типа квантовые точки/полимер: концепция, методики, трудности.

Синтез КТ непосредственно в присутствии полимеров. Прямая функционализация КТ макромолекулами. Раздельный синтез КТ и полимеров с дальнейшим получением гибридов. Применение гибридных микро- и наносфер в биологии и медицине. Молекулярный импринтинг в биоанализе.

Тема 6 Полимеразно-цепная реакция (ПЦР) и ПЦР на биочипах.

Содержание темы.

Методы выделения нуклеиновых кислот. Механизм ПЦР. Основные этапы. Варианты технологии ПЦР. Детекция результатов ПЦР. Основы ПЦР в режиме реального времени. Контаминация и деконтаминационные мероприятия. Ошибки ПЦР. Перспективы практического использования ПЦР-диагностики. Определение ГМО в пищевых продуктах. ПЦР в ветеринарии и растениеводстве. Использование биологических микрочипов при постановки ПЦР.

Тема 7 Гель-фильтрация, ультрафильтрация и ультрацентрифугирование. Аффинная ультрафильтрация и аффинное осаждение.

Содержание темы.

Использование фильтрационных методов в сочетании с центрифугированием для выделения и очистки биологических макромолекул. Методы осадительного разделения компонентов биологических проб. Общие принципы осаждения веществ из растворов. Особенности использования осадительных методов в процессах разделения и предварительной очистки. Высушивание осадков. Особенности осаждения биополимеров (белков, нуклеиновых кислот и полисахаридов) из биологических проб. Условия осаждения, препятствующие нарушению пространственной структуры биологических макромолекул. Способы отделения образовавшегося осадка: декантация, фильтрация, центрифугирование; условия их проведения в зависимости от вида, свойств и химической природы отделяемого биополимера. Методы концентрирования растворов: седиментация, центрифугирование, ультрафильтрация, упаривание на роторном испарителе, распылительная сушка, лиофилизация, концентрирование дialisом, осадительное концентрирование.

Тема 8 Хроматографические методы разделения биологических веществ. Аффинная и псевдо-аффинная хроматография. Спектроскопия ЯМР высокого разрешения.

Содержание темы.

Теоретические основы аффинной хроматографии. Отличие аффинной хроматографии от адсорбционной и ионообменной хроматографий. Основные понятия псевдо-аффинной хроматографии. Сорбенты для аффинной хроматографии. Аффинная адсорбция, аффинная элюция. Методы количественного определения биомолекул. Принцип метода спектроскопии ЯМР, методы детекции молекулярных сдвигов, схема прибора, виды ЯМР спектров. Возможности ЯМР спектроскопии при проведении структурных исследований, изучении пространственной конфигурации молекул. ЯМР-спектроскопия в биохимическом и клиническом анализе. Сдвигающие зонды в ЯМР-спектроскопии. Применение лантаноидного сдвигающего реагента для повышения разрешения ЯМР-спектров биомолекул. ЯМР-зонды на основе редкоземельных элементов в анализе нуклеотидов и нуклеиновых кислот. Анализ динамической структуры биологических макромолекул методами измерения ЯМР-релаксации. Преимущества метода двойного электронно-ядерного резонанса: сочетание высокой чувствительности с высокой разрешающей способностью.

Тема 9 Хроматографические методы разделения биологических веществ. ВЭЖХ, ВЭЖХ/МС/МС, ГХ.

Содержание темы.

Понятие о спектрометрических и спектроскопических методах анализа. Масс-спектрометрия, её значение в современной биохимии. Общие принципы метода, устройство измерительных приборов. Типы масс-анализаторов. Методы ионизации исследуемого вещества: электроискровая, электронного удара, химическая, матричная лазерная десорбционная (MALDI), электрораспыление. Качественный и количественный анализ веществ с помощью масс-спектрометрии. Проблема выбора оптимального метода ионизации в зависимости от аналитической задачи. Возможности масс-спектрометрического анализа веществ с большой молекулярной массой. Масс-спектрометрический анализ белков, липидов и олигонуклеотидов. Применение масс-спектрометрии в фундаментальной и медицинской биохимии, экспериментальной медицине и клинической диагностике.

Повышение чувствительности и специфичности методов анализа с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). ВЭЖХ как референтный метод в анализе многих естественных метаболитов организма человека. Хроматография на центрифугируемых колонках – современный метод быстрого и эффективного разделения биомолекул. Газовая хроматография. Использование газовой хроматографии для измерения физико-химических величин. Взаимосвязь хроматографических параметров удерживания с термодинамическими величинами, эффекты межмолекулярных взаимодействий. Газовая хроматография в изучении фазовых переходов.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Тема 1 Спектрофотометрические и колориметрические методы анализа.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Основы колориметрического анализа. Методы определений. Основной закон светопоглощения. Оптическая плотность. Схема фотоэлектроколориметра.

Студент должен:

знатъ: сущность колориметрии; методы колориметрии: метод стандартных серий, метод колориметрического титрования, фотоэлектроколориметрию; правила работы со спектрофотометром.

уметь: приготовить серию стандартных растворов, определить их оптическую плотность; построить градуированный график зависимости оптической плотности от концентрации; определить оптическую плотность и концентрацию ионов меди II (железа III) в растворе.

Для выполнения программы учебной дисциплины используется лабораторное оборудование Испытательного центра ФГБУ «ВНИИЗЖ». Наполняемость группы: 2-8 человек.

Тема 2 Капиллярный электрофорез биологических молекул.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Основы капиллярного электрофореза. Методы определений. Схема прибора капиллярного электрофореза.

Студент должен:

знатъ: сущность капиллярного электрофореза; схему прибора капиллярного электрофореза, правила работы со прибором.

уметь: приготовить серию стандартных растворов, построить градуированный график; определить наличие анионов и катионов в воде.

Для выполнения программы учебной дисциплины используется лабораторное оборудование Испытательного центра ФГБУ «ВНИИЗЖ». Наполняемость группы: 2-8 человек.

Тема 3 Иммуноферментный анализ.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Принципы иммуноферментного анализа, основные виды ИФА

Студент должен:

знать: принцип иммуноферментного анализа; правила работы со прибором учета результатов ИФА «RIDER».

уметь: приготовить растворы и реактивы, поставить реакцию ИФА; проанализировать полученные результаты.

Для выполнения программы учебной дисциплины используется лабораторное оборудование Испытательного центра ФГБУ «ВНИИЗЖ». Наполняемость группы: 2-8 человек.

Тема 4 Полимеразно-цепная реакция в реальном времени (ПЦР-РВ)

Содержание практических/лабораторных занятий.

Принципы ПЦР, основные виды ПЦР, устройство лаборатории молекулярных исследований.

Студент должен:

знать: принцип ПРЦ-РВ; правила работы с приборами.

уметь: выделить нуклеиновую кислоту, поставить анализ ПЦР-РВ; проанализировать полученный результат.

Для выполнения программы учебной дисциплины используется лабораторное оборудование Испытательного центра ФГБУ «ВНИИЗЖ». Наполняемость группы: 2-4 человека.

Тема 5 Разделение аминокислот методом хроматографии.

Содержание практических/лабораторных занятий.

Ознакомить практически с возможностями ВЭЖХ для определения антибиотиков на примере анализа молочной продукции на содержание сорбиновой и бензойной кислот.

Студент должен:

знать: принцип ВЭЖХ; правила работы с прибором.

уметь: поставить анализ методом жидкостной хроматографии, провести анализ образца молочной продукции на присутствие сорбиновой и бензойной кислот; проанализировать полученный результат.

Для выполнения программы учебной дисциплины используется лабораторное оборудование Испытательного центра ФГБУ «ВНИИЗЖ». Наполняемость группы: 2-4 человека.

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. Классификация хроматографических методов анализа.
2. Жидкостная хроматография, Определение, возможности метода.
3. Что такое изократическое элюирование? В каких случаях его используют.
4. Хроматографические параметры. Время и объем удерживания.
5. Что такое коэффициент селективности? Что он характеризует и от чего зависит?
6. Общие условия проведения метода иммуноферментного анализа.
7. По какому принципу происходит разделение белков при ПААГ-электрофорезе с использованием ДДС-На?

8. Какие вещества можно фракционировать с помощью изоэлектрического фокусирования?
9. Какие приборы используют при колориметрическом исследовании?
10. Назовите отличия капиллярный электрофорез от электрофореза в ПААГ?

Рейтинг-контроль 2

1. Газовая хроматография. Классификация методов газовой хроматографии.
2. Какие методы используют для определения структуры молекул?
3. С помощью какого метода проводят разделение веществ по заряду?
4. Какие методы можно использовать для определения массы высокомолекулярных веществ?
5. Какие хроматографические параметры можно использовать для идентификации компонентов смеси?
6. Почему в хроматографическую колонку вводят обычно малые количества определяемых соединений?
7. Какие параметры хроматографического пика используют для количественного анализа?
8. Перечислите недостатки иммуноферментного анализа.
9. В чем заключается уникальность иммуноблота? Для чего используется?
10. Дайте определение ПЦР? Объясните основные принципы ПЦР.

Рейтинг-контроль 3

1. Можно ли сделать вывод о природе веществ на основании хроматографических данных?
2. Для каких веществ возможно спектрофотометрическое определение?
3. Укажите возможности и ограничения различных количественных методов хроматографического анализа.
4. Какие величины характеризуют эффективность хроматографической колонки? Как ее повысить?
5. Почему в хроматографическую колонку вводят обычно малые количества определяемых соединений?
6. Что обеспечивает буфер в ПЦР?
7. Что такое праймеры? Объясните принцип их работы.
8. С помощью чего проводят электрофоретическую детекцию в ПЦР?
9. Тонкослойная хроматография – основные закономерности в процессе разделения веществ.
10. Методы выделения нуклеиновых кислот.

5.2. Промежуточная аттестация (зачёт)

1. Методы и приемы дезинтеграции биологического материала: бактериальных клеток, растительных и животных тканей.
2. Методы экстракции, консервации, фиксации биологического материала.
3. Методы концентрирования биологического материала с сохранением нативности, области применения.
4. Сочетание концентрирования с методами фракционирования (диализ, электродиализ, ультрафильтрация, дробное осаждение, вымораживание и т.д.).
5. Ротационное упаривание, принцип метода, сферы использования.
6. Лиофилизация, принцип метода, применение.
7. Колориметрический анализ. Принцип метода, назначение.
8. Физические закономерности, лежащие в основе метода колориметрии.
9. Принципы построения калибровочных графиков для проведения колориметрических исследований.
10. Основы специфичности и универсальности колориметрических методов, предел чувствительности и ошибки измерений при колориметрии.

11. Приборы для проведения колориметрических анализов.
12. Использование колориметрических методов для проведения исследований.
13. ИК-спектры биомакромолекул, принципы, практическое использование в анализе.
14. УФ-спектрофотометрия, принцип метода, практическое использование в анализе.
15. Методы фракционирования и изучения физико-химических характеристик биомолекул.
16. Методы исследования молекулярной массы биомакромолекул.
17. Электрофорез. Принцип метода, примеры использования для анализа материала.
18. Денатурирующий и нативный электрофорез в ПААГ. Различия, примеры использования.
19. Электрофорез биомакромолекул в агарозном геле, методы визуализации результатов электрофореза.
20. Изоэлектрофокусирование и 2D-электрофорез. Принципы, примеры использования.
21. Капиллярный электрофорез, принцип метода, сферы использования.
22. Природа рентгеновского излучения. Дифракция рентгеновского излучения на кристаллической решетке.
23. Этапы рентгеноструктурного исследования, принцип метода.
24. Анализ карт электронной плотности и кристаллографическое уточнение структуры молекулы при рентгеноструктурном анализе.
25. Принцип метода спектроскопии ЯМР, методы детекции молекулярных сдвигов.
26. Одномерные и двумерные спектры ЯМР, использование для определения структуры молекул.
27. Световой микроскоп: методы наблюдения в проходящем и отраженном свете, фазового контраста, темного поля; области применения.
28. Флуоресцентные микроскопы: устройство и принципиальные особенности эпифлуоресцентного и конфокального сканирующего микроскопов, области применения.
29. Сканирующая тунNELьная микроскопия. Принцип метода, примеры использования.
30. Сканирующая зондовая микроскопия и биочипы.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Вопросы для проведения контроля самостоятельной работы:

1. Чем отличается нативный электрофорез от денатурирующего?
2. Чем капиллярный электрофорез отличается от обычного электрофореза в полиакриламидном геле?
3. В чем заключается принцип лиофилизации?
4. Методы концентрирования веществ.
5. Методы фракционирования веществ.
6. С помощью какого метода можно отделить низкомолекулярные вещества от высокомолекулярных?
7. Что такое колориметрия?

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 издани я	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС

Основная литература			
Ауэрман Т.Л. Основы биохимии: Учебное пособие / Т.Л. Ауэрман, Т.Г. Генералова, Г.М. Сусланок	2013		http://znanium.com/catalog.php#
БРЫНСКИХ Г.Т., МИХЕЕВА Л.А. ВВЕДЕНИЕ В ГАЗОАДСОРБЦИОННУЮ И ГАЗОЖИДКОСТНУЮ ХРОМАТОГРАФИЮ, «Ульяновский государственный университет»	2020		https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44850641
БРЫНСКИХ Г.Т., МИХЕЕВА Л.А. ЖИДКОСТНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ, «Ульяновский государственный университет»	2020		https://www.elibrary.ru/download/elibrary_44737091_27083413.pdf
Иванская Н.В. и др. Практическое пособие по иммуноферментному анализу	2003		https://diaproph.com.ua/pdf/metodichky/rus/1_rus_imunoferment_analiz.pdf
ООО «ДНК-Технология» Методическое пособие Основы полимеразной цепной реакции (ПЦР)			https://www.dna-technology.ru/sites/default/files/pcr_a5_083-4.pdf
Дополнительная литература			
1.Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология, М., 2002.	2002		

6.2. Периодические издания

1. Journal of Chromatographic Science <https://academic.oup.com/chromsci?login=false>
2. Journal of Liquid chromatography and related technologies <https://www.tandfonline.com/toc/ljlc20/current>
3. Биохимия <https://biochemistrymoscow.com/>
4. Ульяновский медико-биологический журнал <http://medbio.ulsu.ru/index.php/ru/>

6.3. Интернет-ресурсы

1. Basic Methods for the Biochemical Lab, M. Holtzhauer, Springer, 2006
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=http://link.springer.com/book/10.1007%2F3-540-32786-X>
2. Downstream Industrial Biotechnology: Recovery and Purification, M.C. Flickinger, 2013.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://ebookcentral.proquest.com/lib/stpeterst/detail.action?docID=1319129>
3. Immunocytochemical Methods and Protocols, C. Oliver, M.C. Jamur, Totowa, NJ : Humana Press, 2010.
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-59745-324-0>
4. Enzyme Biocatalysis Principles and Applications, A. Illanes, Springer, 2008
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4020-8361-7>

5. Biosensors: Properties, Materials and Applications, R. Comeaux, P. Novotny, 2009
<https://proxy.library.spbu.ru/login?url=https://ebookcentral.proquest.com/lib/stpeterst/detail.action?docID=3020200>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы: 425-1, 433-1.

Для проведения лекций и самостоятельной работы под руководством преподавателя используются аудитории, оснащенные компьютером (MS Windows, Google Chrome), мультимедийным проектором и доской.

Лабораторные занятия проводятся в лабораториях, оснащенных необходимым оборудованием.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 Химия.

Рабочую программу составил

Скитов

к.б.н. доцент кафедры химии Скитович Г.С.

Рецензент

Смирнова

к.б.н. вед. науч. сотрудник ИУ ФГБУ ВНИИЦХМ

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 14 от 23.06 2022 года

Заведующий кафедрой Смирнова Н.Н. /Смирнова Н.Н./

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 04.04.01 Химия.

Протокол № 14 от 23.06. 2022 года

Председатель комиссии Смирнова Н.Н. /Смирнова Н.Н./
(ФИО, 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

МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ, ОЧИСТКИ И АНАЛИЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ
образовательной программы направления подготовки 04.04.01 Химия

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

Зав. кафедрой _____ / _____ /
Подпись _____ *ФИО* _____