



4 000520 19202

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(Сеченовский Университет)

Утверждено
 Ученый совет ФГАОУ ВО Первый МГМУ
 им. И.М. Сеченова Минздрава России
 (Сеченовский Университет)
 «12» мая 2025
 протокол №4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
 Методы исследования биологических макромолекул
 основная профессиональная Высшее образование - специалитет - программа специалитета
 06.00.00 Биологические науки
 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Цель освоения дисциплины Методы исследования биологических макромолекул

Цель освоения дисциплины: участие в формировании следующих компетенций:

ПК-1; Способен самостоятельно планировать и проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий

ОПК-2; Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)

ОПК-3; Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований

Требования к результатам освоения дисциплины.

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

п/№	Код компетенции и	Содержание компетенции и (или ее части)	Индикаторы достижения компетенций:			
			Знать	Уметь	Владеть	Оценочные средства
1	ПК-1	Способен самостоятельно планировать и проводить	принципы планирования и проведения научных эксперимен	использовать полученные знания в профессиональн	навыками самостоятельной научно-исследовательской	Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования



4 000520 19202

		теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий	тов, анализа полученных экспериментальных данных, составления научно-технических проектов и отчетов	альной деятельности для постановки и решения новых задач; самостоятельно анализировать имеющуюся информацию; ставить задачу и выполнять исследования с использованием современной методической и приборной базы; демонстрировать ответственность за качество работ и научную достоверность результатов; профессионально представлять и докладывать результаты научно-исследовательских работ	работы в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, включая работу с научной литературой и базами данных, составление плана эксперимента, работу с аналитическим оборудованием, обработку и представление полученных результатов	биологических макромолекул", Темы презентации по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", ФОС по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ)
2	ОПК-2	Способен использовать	Знать базовые	Уметь проводить	Владеть навыками	Вопросы к экзамену по



4 000520 19202

		ь специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	понятия и инструменты математики, физики, химии и биологии, необходимые для осуществления профессиональной деятельности в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	исследования, направленные на изучение структуры биоценозов; использовать основные законы и модели физики для интерпретации результатов исследований с применением соответствующего теоретического аппарата; проводить работы в области органической, аналитической и коллоидной химии с использованием специализированного оборудования; применять методы математической обработки данных	применения современного математического инструментария, методов физики, химии и биологии для решения задач в сфере профессиональной деятельности	дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", Темы презентации по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ)
3	ОПК-3	Способен проводить экспериментальную работу с	Знать принципы работы с культурами клеток;	Уметь осуществлять наблюдения, описания,	Владеть основными приемами экспериментальной	Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования



4 000520 19202

		организмам и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	методы гистологического и цитохимического исследования; принципы и базовые физико-химические методы анализа биологических макромолекул	идентификацию, классификацию биологических объектов; проводить работу с культурами клеток с соблюдением условий стерильности; выделять и исследовать различные биомолекулы с помощью современных физико-химических методов; адекватно выбирать и грамотно применять методы статистического анализа при обработке результатов биологических исследований	работы с культурами клеток и биологическими макромолекулами; физико-химическим и методами исследования макромолекул; методами обработки результатов исследований	ия биологических макромолекул", Темы презентации по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", ФОС по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ)
--	--	--	--	---	--	--

Разделы дисциплины и компетенции, которые формируются при их изучении

п/№	Код компетенции	Наименование раздела/темы дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах	Оценочные средства
1	ПК-1, ОПК-2, ОПК-3	1. Биологические макромолекулы, их источники и основы выделения из источников		



4 000520 19202

		1.1 Биологические макромолекулы, их источники и основы выделения из источников	Понятие макромолекул. Источники БММ и их возможные классификации. Основные этапы выделения БММ из источников. Методы дезинтеграции тканей и клеток. Фракционирование БММ на основе различий их физических, физико-химических и химических свойств. Методы качественного и количественного анализа БММ.	Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" ФОС по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ), Темы презентаций по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"
2	ПК-1, ОПК-2, ОПК-3	2. Центрифугирование и фильтрация 2.1 Центрифугирование и фильтрация	Задачи, решаемые с помощью центрифугирования. Препаративное и аналитическое центрифугирование. Теоретические основы метода. Дифференциальное, зональное, градиентное, изопикническое центрифугирование. Ультрацентрифугирование. Виды центрифуг. Фильтрация и ультрафильтрация. Фильтры для разделения, очистки и	Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" ФОС по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"



4 000520 19202

			концентрирования БММ.	(ББ), Темы презентаций по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"
3	ПК-1, ОПК-2, ОПК-3	3. Хроматография 3.1 Хроматография	Понятие хроматографии. Планарная и колоночная хроматография. Задачи, решаемые хроматографическими методами. Аналитическая и препаративная хроматография. Классификация хроматографических методов по подвижной фазе. Понятие нормальной и обращенной фазы. Хроматография низкого и высокого давления, высокоэффективная жидкостная хроматография.	Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" ФОС по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ), Темы презентаций по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", Вопросы к экзамену по дисциплине



4 000520 19202

				"Методы исследования биологических макромолекул"
4	ПК-1, ОПК-2, ОПК-3	4. Электрофорез 4.1 Электрофорез	Физические основы. Электрофорез в агарозе. Электрофорез в ПААГ. Денатурирующие условия. Зависимость разделения макромолекул от концентрации полимера. Другие параметры, влияющие на разделение БММ. Детекция БММ в геле. Денситометрия. Этапы белкового электрофореза. Изоэлектрическое фокусирование. Капиллярный электрофорез. Двумерный электрофорез. Аналитические и препаративные возможности электрофореза. Значение в протеомике.	Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" ФОС по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ), Темы презентаций по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"
5	ПК-1, ОПК-2, ОПК-3	5. Полимеразная цепная реакция 5.1 Полимеразная цепная реакция	Понятие полимеразной цепной реакции. Основные компоненты ПЦР. Этапы ПЦР. Виды матрицы и влияние на протокол. Характеристики праймеров.	Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"



4 000520 19202

			Температурные параметры и режимы. Количество циклов как параметр. Виды и характеристики полимераз, применяемых в ПЦР. Основные варианты проведения ПЦР. Способы детекции. ПЦР в реальном времени.	макромолекул" ФОС по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ), Темы презентаций по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" , Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"
6	ПК-1, ОПК-2, ОПК-3	6. Масс-спектрометрия 6.1 Масс-спектрометрия	Масс-спектр. Основные понятия. Этапы масс-спектрометрии. Методы ввода пробы. Методы ионизации, применяемые для анализа БММ. Матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация (MALDI). Метод электроспрея. Характеристики частиц, получаемых разными методами ионизации. Методы сортировки ионов: магнитный сектор, квадрупольный анализатор, ионная ловушка, времяпролетный анализатор. Tandemная и гибридная масс-спектрометрия. Основные	Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" ФОС по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ), Темы презентаций по дисциплине "Методы



4 000520 19202

			возможности масс-исследования спектрометрического анализа биологических БММ. Масс-спектрометрия в макромолекул" протеомике. Установление , структуры белковых молекул. Вопросы к Пептидное картирование. Анализ экзамену по модификаций белков. Основы дисциплине количественной протеомики. "Методы исследования биологических макромолекул"
7	ПК-1, ОПК-2, ОПК-3	7. Рентгеноструктурный анализ 7.1 Рентгеноструктурный анализ	Физические основы. Тесты по Рентгеновское излучение. дисциплине Источники рентгеновского "Методы исследования биологических макромолекул" излучения и их особенности. биологических макромолекул" Типы рассеяния рентгеновского излучения кристаллами. Этапы рентгеноструктурного анализа ФОС по белков. Параметры, влияющие на дисциплине кристаллизацию белков. Фазовая "Методы исследования биологических макромолекул" диаграмма. Основные методы биологических макромолекул" получения белковых кристаллов. Анализ дифракционной картины. (ББ), Этапы при получении карт Темы электронной плотности по презентаций данным дифракционной по дисциплине картины. Параметры, влияющие "Методы исследования биологических макромолекул" на разрешение. , Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"
8	ПК-1,	8. Ядерный	



4 000520 19202

	ОПК-2, ОПК-3	магнитный резонанс 8.1 Ядерный магнитный резонанс	Явление ядерного магнитного резонанса. Интенсивность сигнала ЯМР. ЯМР-эксперимент и спектр. Непрерывный и импульсный варианты. Понятие и общие принципы двумерной ЯМР-спектроскопии. Гомоядерные и гетероядерные двумерные ЯМР-эксперименты. Особенности экспериментов COSY, TOCSY, NOESY, их возможности. Требования к образцам белков для исследования методами ЯМР-спектроскопии. Возможности определения структуры белков методами ЯМР в зависимости от размеров молекул.	Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" ФОС по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ), Темы презентаций по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"
9	ПК-1, ОПК-2, ОПК-3	9. Криоэлектронная микроскопия 9.1 Криоэлектронная микроскопия	Особенности электронного пучка. Варианты электронной микроскопии и информация, получаемая в них. Проблемы использования электронов. Охлаждение образца. Витрификация. Особенности получения изображения в криоэлектронной микроскопии. Факторы, позволившие повысить	Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" ФОС по дисциплине "Методы исследования



4 000520 19202

				разрешение изображений, биологических получаемых по данным криоЭМ. макромолекул" Размеры белковых молекул, (ББ), анализируемых методом Темы криоЭМ. презентаций по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" , Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"
10	ПК-1, ОПК-2, ОПК-3	10. спектроскопия 10.1 спектроскопия	УФ- УФ-	УФ-область электромагнитного Тесты по излучения. Взаимодействие УФ- дисциплине излучения с молекулами. "Методы Хромофоры. Поглощение и исследования характеристические частоты. биологических Абсорбционная спектроскопия и макромолекул" спектры поглощения. Сдвиги ФОС по спектров поглощения. дисциплине Коэффициент экстинкции. "Методы Оптическая плотность. Закон исследования Бугера-Ламберта-Бера. биологических Хромофоры БММ в УФ-области. макромолекул" Спектральные характеристики (ББ), аминокислот. Спектральные Темы характеристики азотистых презентаций оснований. Коэффициент по дисциплине молярной экстинкции белка. "Методы Определение концентрации исследования белков и нуклеиновых кислот. биологических Типы приборов. макромолекул" , Вопросы к



4 000520 19202

				экзамену по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"
11	ПК-1, ОПК-2, ОПК-3	11. Спектроскопия кругового дихроизма 11.1 Спектроскопия кругового дихроизма	Круговая поляризация. Оптическая активность. Круговой дихроизм. КД- спектроскопия. Молярный дихроизм и молярная эллиптичность. Возможности КД-спектроскопии белков. КД- спектроскопия белков в дальней УФ-области. КД-спектроскопия белков в ближней УФ-области.	Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" ФОС по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ), Темы презентаций по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул", Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"
12	ПК-1, ОПК-2, ОПК-3	12. ИК- спектроскопия 12.1 ИК- спектроскопия	ИК-область электромагнитного излучения. Взаимодействие ИК- излучения с молекулами.	Тесты по дисциплине "Методы



4 000520 19202

			Хромофоры и зоны исследования характеристических частот биологических белковых молекул. Возможности макромолекул" ИК-спектроскопии в анализе ФОС по белков. дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ), Темы презентаций по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" , Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"
--	--	--	---

Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		Трудоемкость по семестрам (Ч)	
	объем в зачетных единицах (ЗЕТ)	Объем в часах (Ч)	Семестр 7	Семестр 8
Контактная работа, в том числе		120	60	60
Консультации, аттестационные испытания (КАТТ) (Экзамен)		8		8
Лекции (Л)		44	24	20
Лабораторные практикумы (ЛП)		68	36	32
Практические занятия (ПЗ)				
Клинико-практические занятия (КПЗ)				



4 000520 19202

Семинары (С)				
Работа на симуляторах (РС)				
Самостоятельная работа студента (СРС)		60	30	30
ИТОГО	6	180	90	90

Содержание дисциплины (модуля) по видам занятий**Лекционные занятия**

№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема лекции	Применение ЭО и ДОТ	Объем, час.
1	Биологические макромолекулы, их источники и основы выделения из источников	Биологические макромолекулы, их источники и основы выделения из источников	Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся»	4
2	ИК-спектроскопия	ИК-спектроскопия		2
3	Криоэлектронная микроскопия	Криоэлектронная микроскопия		4
4	Масс-спектрометрия	Масс-спектрометрия		4
5	Полимеразная цепная реакция	Полимеразная цепная реакция		4
6	Рентгеноструктурный анализ	Рентгеноструктурный анализ		4
7	Спектроскопия кругового дихроизма	Спектроскопия кругового дихроизма		4
8	УФ-спектроскопия	УФ-спектроскопия		2
9	Хроматография	Хроматография		4
10	Центрифугирование и фильтрация	Центрифугирование и фильтрация		4
11	Электрофорез	Электрофорез		4
12	Ядерный магнитный резонанс	Ядерный магнитный резонанс		4

Лабораторные практикумы

№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Применение ЭО и ДОТ	Объем, час.
1	Биологические макромолекулы, их	Биологические макромолекулы, их источники и основы выделения из	Размещено в Информационной системе	4



4 000520 19202

	источники и основы выделения из источников	источников	«Университет-Обучающийся»	
2	ИК-спектроскопия	ИК-спектроскопия		2
3	Криоэлектронная микроскопия	Криоэлектронная микроскопия		6
4	Масс-спектрометрия	Масс-спектрометрия		6
5	Полимеразная цепная реакция	Полимеразная цепная реакция		8
6	Рентгеноструктурный анализ	Рентгеноструктурный анализ		6
7	Спектроскопия кругового дихроизма	Спектроскопия кругового дихроизма		6
8	УФ-спектроскопия	УФ-спектроскопия		6
9	Хроматография	Хроматография		6
10	Центрифугирование и фильтрация	Центрифугирование и фильтрация		6
11	Электрофорез	Электрофорез		6
12	Ядерный магнитный резонанс	Ядерный магнитный резонанс		6

Самостоятельная работа студента

№ раздела	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема занятия	Вид СРС	Объем, час.
1	Биологические макромолекулы, их источники и основы выделения из источников	Биологические макромолекулы, их источники и основы выделения из источников		5
2	ИК-спектроскопия	ИК-спектроскопия		5
3	Криоэлектронная микроскопия	Криоэлектронная микроскопия		5
4	Масс-спектрометрия	Масс-спектрометрия		5
5	Полимеразная цепная реакция	Полимеразная цепная реакция		5
6	Рентгеноструктурный анализ	Рентгеноструктурный анализ		5
7	Спектроскопия кругового	Спектроскопия кругового дихроизма		5



	дихроизма			
8	УФ-спектроскопия	УФ-спектроскопия		5
9	Хроматография	Хроматография		5
10	Центрифугирование и фильтрация	Центрифугирование и фильтрация		5
11	Электрофорез	Электрофорез		5
12	Ядерный магнитный резонанс	Ядерный магнитный резонанс		5

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Перечень основной литературы

№	Наименование согласно библиографическим требованиям
1	Лебухов, В.И. Физико-химические методы исследования: учебник// В.И.Лебухов, А.И.Окара, Л.П.Павлюченкова; под ред. А.И.Окара.-СПб.: Лань, 2012.-480 с.

Перечень дополнительной литературы

№	Наименование согласно библиографическим требованиям
1	Биоорганическая химия. Руководство к практическим занятиям/ Под ред. Н.А. Тюкавкиной. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011 г.-
2	Валова (Копылова), В.Д. Физико-химические методы анализа: Практикум. - М.:Дашков и К, 2010.-224с.
3	Конюхов В.Ю. Хроматография //В.Ю. Конюхов -СПб.: Лань, 2012. -224 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/ .
4	Остерман Л.А. Исследование биологических макромолекул электрофокусированием, иммуноэлектрофорезом и радиоизотопными методами/ Л.А. Остерман. – М.: Наука, 1983. –
5	Тучин В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях – М.: Физматлит, 2010, 488 с.
6	Хилл К., Бэмбер Дж., Хаар Г. Ультразвук в медицине. Физические основы применения – М.: Физматлит, 2008.
7	Шендрик А.Н. Инструментальные методы исследования в биохимии: учебное пособие// Донецк: ДонНУ, 2007.-101 с.

Перечень электронных образовательных ресурсов

№	Наименование ЭОР	Ссылка
1	ФОС по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул" (ББ)	Размещено в Информационной системе



4 000520 19202

		«Университет-Обучающийся»
2	Абрамова З.И. Исследование белков и нуклеиновых кислот: Учебное пособие	Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся»
3	Темы презентаций по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"	Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся»
4	Лекции по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"	Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся»
5	Тесты по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"	Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся»
6	Вопросы к экзамену по дисциплине "Методы исследования биологических макромолекул"	Размещено в Информационной системе «Университет-Обучающийся»

Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	№ учебных аудиторий и объектов для проведения занятий	Адрес учебных аудиторий и объектов для проведения занятий	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта с перечнем основного оборудования
1	6-636	119571, г. Москва, пр-кт Вернадского, д. 96, к. 1	Аудитория для проведения занятий семинарского типа и самостоятельной работы студентов: мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор,



4 000520 19202


			интерактивная доска)
2	2-211	119571, г. Москва, пр-кт Вернадского, д. 96, к. 1	Лекционная аудитория: мультимедийное оснащение (компьютер, проектор, экран)
3	6-606	119571, г. Москва, пр-кт Вернадского, д. 96, к. 1	Компьютерный класс: персональные компьютеры с подключением к сети Интернет
4	6-607	119571, г. Москва, пр-кт Вернадского, д. 96, к. 1	Учебная лаборатория: вытяжные шкафы, ламинарные шкафы, шейкерный инкубатор, биореакторы учебные настольные, микроскопы медицинские лабораторные, центрифуги настольные, вортексы, весы аналитические и прецизионные, рН-метр, спектрофотометры, мешалки магнитные, гомогенизатор, ультразвуковой дезинтегратор, экструдеры, хроматографическая система умеренного давления, система ВЭЖХ, усилитель, установки для электрофореза и блоттинга, термостаты, сухожаровой шкаф, баня водяная, мешалка верхнеприводная, холодильник фармацевтический

Рабочая программа дисциплины разработана кафедрой Биотехнологии ИФ

Принята на заседании кафедры Биотехнологии ИФ

от «23» января 2025 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой
Биотехнологии ИФ


(подпись)

Луценко С.В.
(фамилия, инициалы)

Одобрена Центральным методическим советом

от «31» января 2025 г., протокол № 2

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 4E4C8F6C0D0FDC62FAAF7108E6CEFD6A
Владелец: Глыбочко Петр Витальевич
Действителен: с 19.05.2025 до 12.08.2026