

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет имени Н.И. Пирогова»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

Институт биомедицины (МБФ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

**Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.О.33 Биофизика

**для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности**

**06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль)**

Биомедицина

Год начала подготовки - 2025

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.33 Биофизика (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология.

Направленность (профиль): Биомедицина.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
-----------	---------------------------	---------------------------	-----------	--------------

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
----------	---------------------------	---------------------------	-----------	--------------

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

«Кафедра общей и медицинской биофизики МБФ»
протокол от «___» _____ № _____

Зав. кафедрой

Батищев Олег Вячеславович
Доктор физико-математических
наук, Доцент

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

« _____ »
протокол от «___» _____ 20__ № _____

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович
Доктор биологических наук,
Член-корреспондент
Российской академии наук

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 06.05.02 Биомедицина, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «27» июля 2021 г. № 675 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

© федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1.1. Цель: овладение знаниями в области биофизических основ функционирования клеток, органов и тканей организма человека в норме и о сдвигах в этих показателях при патологических состояниях. Обучающиеся должны также овладеть принципами методов диагностики патологических состояний, основанных на исследовании биофизических характеристик клеток, органов и тканей организма человека.

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- Обучение студентов важнейшим методам биофизического исследования; позволяющим проводить раннюю диагностику патологических состояний на молекулярно-клеточном уровне.
- Обучение студентов навыкам обработки результатов биофизических измерений.
- Обучение студентов навыкам работы на современном исследовательском и диагностическом биофизическом оборудовании.
- Приобретение студентами знаний по общей биофизике, включая те принципы, которые лежат в основе функционирования клеток, органов и тканей организма человека.

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биофизика» изучается в 6 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Общая и неорганическая химия; Основы физики; Высшая математика; Молекулярная биология; Физиология; Молекулярная фармакология; Биохимия; Иностранный язык.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Иммунология; Молекулярная и клеточная иммунология.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

6 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-5 Способен участвовать в создании и реализации новых методов и технологий в области профессиональной деятельности	
ОПК-5.ИД1 Участвует в создании новых методов и технологий в области профессиональной деятельности.	Знать: ключевые биологические процессы на молекулярном, клеточном и системном уровнях; современные экспериментальные и теоретические методы биофизики; основы научного исследования: формулировка гипотез, планирование эксперимента, принципы дизайна новых методических подходов.
	Уметь: анализировать существующие методы, выявлять их ограничения применительно к конкретным биофизическим задачам; формулировать концепцию нового метода или модификации существующего для решения конкретной исследовательской проблемы в биофизике; разрабатывать обоснование рабочего принципа нового метода; анализировать результаты первичных испытаний и вносить коррективы в конструкцию или алгоритм; оценивать эффективность нового подхода.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): работы с основным лабораторным оборудованием и приборами; использования программ для сбора данных, управления оборудованием, моделирования и анализа результатов; поиска и критического анализа научной литературы и патентной информации по методам; эффективной коммуникации и работы в междисциплинарной команде.
ОПК-5.ИД2 Внедряет новые методы и технологии в своей профессиональной деятельности.	Знать: основы планирования, управления проектами и их внедрения; потенциальные области применения и ограничения внедряемого метода в биофизике и смежных областях.
	Уметь: разрабатывать или адаптировать протоколы применения нового метода под конкретные задачи и объекты исследования; планировать и проводить эксперименты по валидации нового метода в условиях "реальной" лаборатории/проекта; сравнивать результаты, полученные новым методом со стандартными методами; анализировать преимущества и недостатки нового метода с точки зрения производительности, точности, стоимости, времени анализа; оптимизировать параметры метода и протоколы работы.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): практического применения нового метода на различных биологических объектах; сбора, обработки, визуализации и интерпретации данных, полученных новым методом, с использованием специализированного ПО; обучения коллег работе с новым методом и оборудованием; управления изменениями в лабораторной практике/рабочей группе; презентации результатов внедрения; документирования процесса внедрения и его результатов.
ПК-2 Способен проводить научные исследования в области молекулярной и клеточной биологии, молекулярной медицины	
ПК-2.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области биологии и медицины.	Знать: основные принципы поиска и обработки научной и научно-технической информации; основные базы данных, применяемых при поиске информации.
	Уметь: находить релевантную научную и научно-техническую информацию в основных базах данных; анализировать найденную информацию.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): практическим опытом пользования общепринятым программным обеспечением для получения и обработки данных, дистанционного обучения посредством доступных профессиональных ресурсов в сети «Интернет».
ПК-2.ИД2 Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области биологии и медицины.	Знать: основные принципы и методы биофизических исследований; принципы работы оборудования, применяемого в биофизических исследованиях; методы и компьютерные программы статистической обработки экспериментальных данных.
	Уметь: ставить цель и задачи исследования; формулировать гипотезы; адекватно планировать эксперимент; доказывать полученные результаты, основываясь на наблюдениях и корректно обработанных экспериментальных данных.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками работы с общелабораторным и специальным оборудованием и объектами исследований, используемыми в биофизических исследованиях; навыками статистической обработки полученных экспериментальных данных.

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-2.ИД3 Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области биологии и медицины	Знать: принципы формулировки выводов с помощью правил и принципов рассуждения на основе наблюдаемых и измеряемых данных об объекте исследования.
	Уметь: проводить анализ и систематизацию полученных экспериментальных данных; сопоставлять полученные результаты исследования с ранее известными данными.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): формулировать объективные выводы, адекватные полученным экспериментальным данным.
ПК-3 Способен планировать и реализовывать проведение научных исследований в области биомедицинских исследований	
ПК-3.ИД1 Распределяет задачи в рамках исследовательского проекта, формирует план научного эксперимента.	Знать: методики проведения биофизических и биомедицинских исследований.
	Уметь: оценить план и этапы научного эксперимента.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): проведения лабораторных биофизических и биомедицинских исследований.
ПК-3.ИД2 Руководит научными исследованиями в области биомедицины	Знать: методики проведения биофизических и биомедицинских исследований.
	Уметь: оценить план научного эксперимента.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками составления плана научно-исследовательской работы.

2.Формы работы обучающихся, виды учебных занятий и их трудоёмкость

Формы работы обучающихся / Виды учебных занятий / Формы промежуточной аттестации		Всего часов	Распределение часов по семестрам
			6
Учебные занятия			
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		76	76
Семинарское занятие (СЗ)		32	32
Лекционное занятие (ЛЗ)		16	16
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		12	12
Коллоквиум (К)		16	16
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		52	52
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		52	52
Промежуточная аттестация:			
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		8	8
Экзамен (Э)**		8	8
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**		24	24
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	160	160
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 32	5,00	5,00

** Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине в форме экзамена организуется в рамках экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов. Время на подготовку к экзамену и его прохождение устанавливается учебным планом образовательной программы.

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

6 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Фотобиофизика и спектральные методы исследования в биологии и медицине.			
1	ОПК-5.ИД1, ОПК-5.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 1. Фотобиофизика и спектральные методы исследования в биологии и медицине.	Предмет и методы биофизики. Общие закономерности фотобиологических процессов. Электронные переходы в биомолекулах при поглощении света и люминесценции. Количественные закономерности поглощения света биомолекулами. Особенности поглощения света в биологических объектах: влияние неравномерного распределения поглощающих свет молекул и светорассеяния. Особенности поглощения света в биологических объектах: зависимость от ориентации молекул. Количественные закономерности фотолюминесценции в биологических системах. Спектры люминесценции и спектры возбуждения люминесценции биомолекул. Кинетический перенос энергии электронного возбуждения в биологических объектах. Миграция энергии электронного возбуждения в биологических системах. Хемилюминесценция биологических систем. Кинетика фотохимических превращений биомолекул. Спектры действия фотоллиза биомолекул и фотобиологических процессов. Механизм действия ультрафиолетового излучения на белки. Механизм действия ультрафиолетового излучения на нуклеиновые кислоты. Механизм действия ультрафиолетового излучения на липиды. Биофизические механизмы фотобиологических процессов в коже. Механизм индукции эритемы кожи ультрафиолетовым излучением. Механизм фотоканцерогенеза в коже под действием ультрафиолетового излучения. Механизм фотосинтеза витамина D3 в коже. Механизм фотозагара, фотопревращения билирубина в коже при фототерапии желтухи новорожденных. Механизм фоторецепции. Фотофизические стадии зрения у позвоночных, механизм фотосинтеза в галобактериях. Сенсибилизированные фотобиологические процессы. Кинетика фотопревращений псораленов. Реакции фотоприсоединения псораленов к пиримидиновым основаниям. Механизм сенсибилизирующего действия псораленов при фототерапии псориаза. Начальные стадии фотосинтеза в зеленых растениях.
Раздел 2. Биологическая термодинамика, молекулярная биофизика и биофизика клетки.			
1	ОПК-5.ИД1, ОПК-5.ИД2, ПК-2.ИД1, ПК-2.ИД2, ПК-2.ИД3, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2	Тема 1. Биологическая термодинамика, молекулярная биофизика и биофизика клетки.	Определение предмета и методов биологической термодинамики. Понятие термодинамической системы. Термодинамическая вероятность. Первый и второй законы термодинамики. Особенности термодинамики живых систем. Электрохимический потенциал и свободная энергия. Термодинамическое равновесие и неравновесные стационарные системы. Принципы определения характеристики неравновесных термодинамических систем. Предмет и методы молекулярной биофизики. Общие понятия о структуре макромолекул. Структура белков. Взаимодействия, определяющие структуру белков. Конформационная потенциальная энергия белковых макромолекул. Внутри- и межмолекулярные силы и взаимодействия биомacroмолекул: кулоновское взаимодействие, иондипольные взаимодействия, вандерваальсовы силы, водородные силы, стерические силы (силы деформации и напряжения валентных связей и углов, силы заторможенности вращения пептидных групп вокруг простых связей. Гидрофобное взаимодействие. Уникальные (аномальные) физические свойства воды и их роль в биологических процессах. Модели структуры молекулы воды. Структура льда. Структура жидкой воды. Модели структуры жидкой воды: микрористаллическая, квазикристаллическая (континуальная) и ассоциативная гипотезы. Структура воды в растворах. Ионные растворы. Кинетический и термодинамический подходы для описания сольватации ионов в растворах. Общая модель структуры воды в ионных растворах. Структура раствора неполярных молекул: гидрофобное взаимодействие. Первичная структура. Ионизационное равновесие в белках, полярность белковых аминокислотных остатков. Вторичная структура.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
			Распространенность вторичных структур в белках, влияние электростатических сил и гидрофобных взаимодействий на стабильность вторичной структуры полипептидов и белков. Третичная структура. Термодинамическая модель структурной организации белков. Макромолекулярная организация глобулярных белков. "Капельная" модель Бреслера и Талмуда. "Сферическая" модель Фишера. Анализ третичной структуры белка по Фишеру. Плотность упаковки аминокислотных остатков в молекулах белка. Объем и плотность белков. Динамичность третичной структуры. Анализ и предсказание вторичной и третичной структуры белка по первичной. Физические принципы самоорганизации белковых молекул. "Термодинамическая гипотеза самоорганизации" и экспериментальное подтверждение ее. Метод теоретического конформационного анализа. Четвертичная структура. Анализ числа субъединиц и их взаимного расположения. Стабильность четвертичной структуры белков. Методы предсказания структуры белков, построение молекулярных моделей с помощью ЭВМ. Структура нуклеиновых кислот. Взаимодействие биомолекул с лигандами в условиях равновесия. Равновесное связывание лигандов с макромолекулами. Типы связывания. Взаимодействие между центрами связывания. Кооперативное связывание кислорода гемоглобином. Кривая оксигенации. Анализ равновесия связывания кислорода. Константа Хилла и энергия взаимодействия гем-гем. Эффект Бора. Взаимодействие двуокиси углерода с гемоглобином. Связь между структурой и механизмом функционирования гемоглобина. Функции мембран. Монослой как модель биологической мембраны. БЛМ как модель биологической мембраны. Липосомы как модель биологической мембраны. Использование липосом в медицине. Виды подвижности компонентов мембраны и методы их изучения. Латеральная диффузия компонентов мембраны и её регуляция в клетке. Подвижность и конформация жирнокислотных цепей в мембранах. Кинки, их функциональная роль. Фазовые переходы липидов в мембранах. Влияние холестерина на фазовые переходы. Основные количественные характеристики трансмембранного переноса вещества (поток и плотность потока). Молекулярные механизмы диффузии. Простая диффузия. Облегченная диффузия. Перенос воды как пример легкой диффузии. Коэффициент проницаемости биомембран, его зависимость от растворимости вещества в липидах, коэффициент распределения. Активный транспорт ионов и небольших молекул. Вторичный (сопряженный) активный транспорт (Определение). Примеры сопряжения. Биофизика ионных каналов. Основные физические постулаты теории дискретного движения ионов. Ионный поток в 3-х барьерном канале (канале с двумя местами связывания). Вольт-амперные характеристики канала с двумя местами связывания в зависимости от его структуры. Насыщение и блокирование ионного тока в канале с двумя местами связывания. Методы обнаружения одиночных ионных каналов: Метод БЛМ. Patch clamp клеточных мембран. Получаемая информация Проводимость ионного канала. Кинетика работы ионного канала. В-а характеристика канала. Вывод формулы для расчёта радиуса канала. Строение и механизм функционирования водного канала. Липидные поры при фазовом переходе мембранных фосфолипидов, их отличительные особенности от каналов. Каналы смешанного типа. Использование каналов в современных био-и медицинских технологиях. Биозлетрогенез клеток. Методы измерения электрических потенциалов. Устройство микроэлектрода. Простое ионное равновесие Нернста–Доннана (определение). Условия возникновения равновесия. Вывод потенциала Нернста –Доннана. Анализ потенциала Нернста–Доннана. Область применимости. Затраты ионов на создание равновесного мембранного потенциала. Равновесие Гиббса-Доннана (Условия возникновения). Вывод уравнения потенциала Доннана. Межфазный потенциал. Условия возникновения. Вывод уравнения межфазного потенциала. Формирование двойного электрического слоя. Длина экранирования в гидрофобной и гидрофильной фазах. Определение стационарного электрического потенциала. Условие стационарности Ходжкина–Катца. Использование уравнения потока в приближении Гольдмана для вывода мембранного потенциала при условии его стационарности.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
			Анализ уравнения стационарного мембранного потенциала Гольдмана-Ходжкина- Катца (ГХК). Относительные коэффициенты ионной проницаемости мембраны. Основное ограничение в использовании уравнения ГХК. Условия приближения потенциала ГХК к равновесному мембранному потенциалу Нернста-Доннана. Эквивалентная электрическая схема мембраны. Вывод мембранного потенциала с использованием эквивалентной электрической схемы мембраны. Вывод мембранного потенциала в присутствии электрогенного насоса. Биофизический механизм генерации потенциала действия. Метод фиксации напряжения на мембране. Изменения потоков ионов калия и натрия во времени при генерации потенциала действия. Селективность ионных каналов, регуляция работы ионных каналов. Воронные токи. Кабельные свойства нервных волокон. Скорость проведения нервного импульса; телеграфное уравнение. Особенности проведения нервного импульса в миелинизированных нервных волокнах. Градуальные электрические импульсы клеток, их особенности и мембранные механизмы генерации. Генерация клетками электрических импульсов. Биофизический механизм генерации потенциала действия. Метод фиксации напряжения на мембране. Опыты Ходжкина-Хаксли, доказавшие ионную природу потенциала действия. Количественная реконструкция потенциала действия. Уравнения Ходжкина-Хаксли для расчёта электрической проводимости мембраны для ионов натрия и калия в ходе формирования потенциала действия. Воронные токи. Селективность ионных каналов, регуляция работы ионных каналов. Кабельные свойства нервных волокон. Аксон – кабель с плохими кабельными свойствами, почему? Аксон–кабель с усилением, почему Механизм проведения нервного импульса по демиелинизированному волокну. Особенности проведения нервного импульса по демиелинизированному и миелинизированному волокну. Физико-химические факторы, обеспечивающие успешное проведение потенциала действия по волокну без искажения его амплитуды и формы к месту назначения даже при длительном возбуждении мембраны. Градуальные электрические импульсы клеток, их особенности и мембранные механизмы генерации. Эквивалентная электрическая схема кабеля. Вывод формулы константы длины волокна. Скорость проведения нервного импульса; телеграфное уравнение. Физико-химические характеристики клеточной поверхности, методы их изучения. Клеточные контакты: типы, электрические свойства, механическая прочность. Методы изучения адгезии клеток. Биофизические механизмы агрегационного взаимодействия эритроцитов, активированных тромбоцитов. Механизм нарушения межклеточных взаимодействий в патологии.

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

Разделы и темы дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися в программе не предусмотрены.

4. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем при проведении занятий

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОУ	ОК	РЗ	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 семестр									
Раздел 1. Фотобиофизика и спектральные методы исследования в биологии и медицине.									
Тема 1. Фотобиофизика и спектральные методы исследования в биологии и медицине.									
1	ЛЗ	Характеристики электромагнитного излучения. Квантово-механические причины и последствия поглощения света молекулами.	2	Д	1	1			
2	ЛЗ	Количественные закономерности поглощения света биологическими объектами.	2	Д	1	1			
3	ЛЗ	Спектры поглощения биологически значимых молекул. Качественный и количественный спектрофотометрический анализ.	2	Д	1	1			
4	ЛЗ	Качественный и количественный спектрофотометрический анализ.	2	Д	1	1			
5	ЛЗ	Особенности поглощения света в биологических объектах: экранирование в многокомпонентных объектах, влияние светорассеяния и неравномерного распределения вещества.	2	Д	1	1			
6	ЛЗ	Количественные закономерности фотолюминесценции биологических объектов. Зависимость потока фотолюминесценции биологических объектов от характеристик люминесцирующих соединений.	2	Д	1	1			
7	ЛЗ	Собственная люминесценция биологически значимых молекул. Спектры фотолюминесценции и спектры возбуждения фотолюминесценции. Кинетика фотохимических превращений биологически значимых молекул.	2	Д	1	1			
8	ЛЗ	Биологическая термодинамика. 1 и 2 законы термодинамики. Преобразование энергии в клетках. Свободная энергия и электрохимический потенциал.	2	Д	1	1			
9	СЗ	Вводное занятие. Цели и задачи практикума. Правила техники безопасности. Требования к студентам.	4	Т	1	1		1	
10	СЗ	Основные компоненты спектрального оборудования.	4	Т	1	1		1	
11	СЗ	Влияние светорассеяния и неравномерного распределения вещества на результаты спектрофотометрического анализа. Методы коррекции спектров.	4	Т	1	1		1	
12	ЛПЗ	Лабораторная работа по теме «Биологическая спектрофотометрия».	4	Т	1	1		1	1
13	СЗ	Зависимость потока фотолюминесценции биологических объектов от характеристик люминесцирующих соединений. Эффекты реабсорбции квантов флуоресценции и экранирования возбуждающего света.	4	Т	1	1		1	1
14	СЗ	Особенности флуориметрии биологических объектов. Зависимость люминесценции от длины волны возбуждающего света. Влияние паразитного излучения. Миграция энергии электронного возбуждения.	4	Т	1	1		1	1
15	ЛПЗ	Лабораторная работа по теме «Биологическая спектрофлуориметрия».	4	Т	1	1		1	1
16	СЗ	Хемилюминесценция как метод исследования функции клеток. Хемилюминесцентный анализ в медицине.	4	Т	1	1		1	1
17	СЗ	Тушители и активаторы хемилюминесценции. Уравнение Штерна-Фольмера. Факторы, влияющие на регистрируемую интенсивность хемилюминесценции.	4	Т	1	1		1	1
18	ЛПЗ	Лабораторная работа по теме «Биохемилюминесценция и биолюминесценция».	4	Т	1	1		1	1
19	К	Коллоквиум. Зачет по теме «Биологическая спектрофотометрия».	4	Р	1	1	1	1	1

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОУ	ОК	РЗ	ЛР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	К	Коллоквиум. Зачет по теме «Биологическая спектрофлуориметрия».	4	Р	1	1	1	1	1
21	К	Зачет по теме «Биохемилюминесценция и биолуминесценция».	4	Р	1	1	1	1	1
Раздел 2. Биологическая термодинамика, молекулярная биофизика и биофизика клетки.									
Тема 1. Биологическая термодинамика, молекулярная биофизика и биофизика клетки.									
22	СЗ	Решение задач по разделу: «Молекулярная биофизика и биофизика клетки».	4	Т	1	1	1	1	1
23	К	Текущий рубежный (модульный) контроль по теме: «Молекулярная биофизика и биофизика клетки»..	4	Р	1	1	1	1	1
24	Э	Экзамен	8	ПА		1			
		Всего в семестре	84		23	23	5	15	12
		Всего по дисциплине	84		23	23	5	15	12

(*, **, *** смотри условные обозначения)

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

Виды учебных занятий	Сокращённое наименование
Лекционное занятие	Лекция ЛЗ
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое ЛПЗ
Семинарское занятие	Семинар СЗ
Коллоквиум	Коллоквиум К

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)	Сокращённое наименование	Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся
Текущий тематический контроль	Тематический Т	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме занятия
Текущий рубежный контроль	Рубежный Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос устный	Опрос устный	ОУ			
3	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
4	Решение практической (ситуационной) задачи	Практическая задача	РЗ		+	
5	Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР		+	

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине
Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
6 семестр	Экзамен	Опрос устный

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование
Экзамен	Экзамен Э

6. Структура рейтинга по дисциплине

6.1. Обучающийся имеет право пройти промежуточную аттестацию по дисциплине или её части на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине в соответствующем семестре.

6.2. Критерии, показатели проведения текущего контроля успеваемости с использованием балльно-рейтинговой системы (по семестрам и формам промежуточной аттестации)

Рейтинг по дисциплине рассчитывается по результатам текущей успеваемости обучающегося. Тип контроля по всем формам контроля дифференцированный, выставляются оценки по шкале: "неудовлетворительно", "удовлетворительно", "хорошо", "отлично". Исходя из соотношения и количества контролей, рассчитываются рейтинговые баллы, соответствующие системе дифференцированного контроля.

6 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Проверка лабораторной работы	ЛР	3	84	В	Т	28	19	10
Семинарское занятие	СЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	8	224	В	Т	28	19	10
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	4	704	В	Р	176	117	59
Сумма баллов по дисциплине за семестр					1012					

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена (на основании рейтинга успеваемости обучающегося и результатов прохождения текущего рубежного контроля по дисциплине (модулю) или её части)

6 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«отлично»	Рейтинговый балл не менее 90 % (не менее 900 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«хорошо»	Рейтинговый балл не менее 75 % (не менее 750 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«удовлетворительно»	Рейтинговый балл не менее 60 % (не менее 600 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«неудовлетворительно»	Рейтинговый балл менее 60 % (менее 600 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Характеристики электромагнитного излучения. Квантово-механические причины и последствия поглощения света молекулами.
2. Электронные переходы в атомах и молекулах при поглощении квантов электромагнитного излучения.
3. Количественные закономерности поглощения света биологическими объектами. Вывод закона Бугера-Ламберта-Бера.
4. Количественные показатели эффективности поглощения света биологическими объектами. Взаимосвязь между этими показателями.
5. Спектры поглощения биологически значимых молекул. Качественный и количественный спектрофотометрический анализ.
6. Определение состава многокомпонентных объектов методами спектрофотометрии.
7. Понятие «разрешение спектра». Критерий разрешения полос Релея. Способы увеличения разрешения спектров.
8. Влияние светорассеяния и неравномерного распределения вещества на результаты спектрофотометрического анализа. Методы коррекции спектров.
9. Количественное описание эффекта «сита».
10. Особенности поглощения света в биологических объектах.
11. Специальные методы спектрофотометрии: низкотемпературная, дифференциальная и производная спектрофотометрия.
12. Вывод формулы зависимости потока фотолюминесценции от концентрации люминофора в объекте.
13. Особенности флуориметрического анализа в биологических объектах. Эффекты экранировки, реабсорбции, светорассеивания. Влияние «паразитного» света и комбинационного рассеивания на молекулах воды.
14. Условия выполнения закона Бугера-Ламберта-Бера.
15. Виды и причины ошибок при измерении оптической плотности. Понятия «кюветной» и «приборной» ошибки.
16. Измерение величины светорассеивания в объекте как метод изучения его свойств. Нефелометрический и турбодиметрический анализ.
17. Определение и виды люминесценции. Квантово-механические причины испускания света веществом.

18. Законы фотолюминесценции.
19. Определение понятий «спектр фотолюминесценции» и «спектр возбуждения фотолюминесценции». Качественный флуориметрический анализ.
20. Определение понятий «квантовый выход фотолюминесценции», «истинное время жизни возбужденных состояний», «реальное время жизни возбужденных состояний». Взаимосвязь между этими понятиями.
21. Влияние окружения люминесцирующих молекул на параметры фотолюминесценции. Флуоресцентные зонды и метки.
22. Тушение фотолюминесценции. Типы тушения. Вывод закона Штерна-Фольмера.
23. Миграция энергии электронного возбуждения. Условия возникновения этого явления. Теория Фёрстера. Зависимость эффективности миграции от расстояния между донором и акцептором энергии.
24. Поляризация фотолюминесценции. Квантово-механические причины и количественные характеристики.
25. Понятие «время вращательной релаксации». Способы и причины измерения величины этого показателя.
26. Виды хемилюминесценции биологических систем. Хемилюминесцентный анализ.
27. Определение истинного времени жизни возбужденных молекул, ответственных за хемилюминесценцию, с помощью физических активаторов.
28. Проточная цитофлуориметрия. Принцип метода и его информативность.
29. Влияние размера люминесцирующей полупроводниковой частицы на ее свойства. Понятие «квантовая точка».
30. Характеристика живых объектов как термодинамических систем. Первый и второй законы термодинамики.
31. Превращение энергии в клетке.
32. Понятия «свободная энергия» и «электрохимический потенциал». Взаимосвязь между этими понятиями.
33. Второй закон термодинамики и условия термодинамического равновесия.
34. Энергосопрягающие системы клетки.
35. Пути преобразования энергии в живой клетке.
36. Общая характеристика структуры биополимеров.
37. Виды взаимодействий, стабилизирующих структуру макромолекул.
38. Структура воды и гидрофобные взаимодействия.
39. Роль гидрофобных взаимодействий в формировании структуры белков. Модель Бреслера-Талмуда.

40. Количественное описание связывания лигандов с макромолекулами. Понятия «константа связывания» и «константа диссоциации».
41. Конформационные изменения в молекуле гемоглобина при связывании с кислородом.
42. Гемоглобинопатии как пример молекулярных патологий.

Образец билета для проведения экзамена

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Кафедра общей и медицинской биофизики МБФ

Билет № ____

для проведения экзамена по дисциплине «Биофизика» по программе специалитета по специальности 06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология
направленность (профиль) Биомедицина

1. Спектры поглощения и фотолюминесценции биологически значимых молекул.
2. Конформационное равновесие в полипептидах и белках: равновесное сворачивание–разворачивание. Исследования процесса сворачивания белков. Процесс денатурации белков.

Кафедра общей и медицинской биофизики МБФ

Заведующий кафедрой
Батищев Олег Вячеславович
Доктор физико-
математических наук, Доцент

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

- внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
- ознакомиться с учебным материалом по учебнику, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам с темой прочитанной лекции;
- внести дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради;
- записать возможные вопросы, которые следует задать преподавателю по материалу изученной лекции.

Методические указания для подготовки к занятиям семинарского типа

- внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
- подготовиться к выступлению на заданную тему, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- выполнить письменную работу, если данное задание предусмотрено по дисциплине;
- подготовить доклад, презентацию или реферат, если данное задание предусмотрено по дисциплине.

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

- внимательно изучить теоретический материал по конспекту лекции, учебникам, учебным пособиям, а также электронным образовательным ресурсам;
- тщательно изучить и законспектировать методики проведения экспериментов;
- проработать тестовые задания и ситуационные задачи, которые были рекомендованы для самостоятельного решения.

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

работы с учебной, учебно-методической литературой по теме (рекомендованные учебники, методические пособия, ознакомление с материалами, опубликованными на рекомендованных медицинских сайтах), электронными образовательными ресурсами (дополнительные иллюстративно-информационные материалы, представленные на сайте кафедры), с конспектами обучающегося: чтение, изучение, анализ, сбор и обобщение информации, её конспектирование.

9. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Физика и биофизика: учебник для студентов медицинских вузов, Антонов В. Ф., 2024 - 2025	Фотобиофизика и спектральные методы исследования в биологии и медицине. Биологическая термодинамика, молекулярная биофизика и биофизика клетки.	7	
2	Физико-химические основы фотобиологических процессов: учебник для студентов вузов, Владимиров Ю. А., Потапенко А. Я., 2024 - 2025	Фотобиофизика и спектральные методы исследования в биологии и медицине.	489	
3	Медицинская биофизика: учебник для медицинских вузов, Самойлов В. О., 2024 - 2025	Фотобиофизика и спектральные методы исследования в биологии и медицине. Биологическая термодинамика, молекулярная биофизика и биофизика клетки.	0	https://www.books-up.ru/ru/read/medicinskaya-biofizika-3377141/
4	Биофизика клеточных процессов ; Механизмы первичных фотобиологических процессов. Биофизика: [учебник для высших учебных заведений], Рубин А. Б., 2024 - 2025	Фотобиофизика и спектральные методы исследования в биологии и медицине.	18	

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе профессиональных баз данных, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.medbiophys.ru>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
3. ЭБС «Консультант студента» www.studmedlib.ru
4. Доступ к информационно-поисковой системе: Medline, PubMed - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
5. <http://www.medlinks.ru>
6. <http://www.biblioclub.ru> (электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» РНИМУ им. Пирогова).

9.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при наличии)

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО

14. Платформа «Kinescore» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
18. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.
19. MS Office (Excel)
20. MS Office (Power Point)
21. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории Университета, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

- доступ к учебному плану, рабочей программе дисциплины, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины;

- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Университет располагает следующими видами помещений и оборудования для материально-технического обеспечения образовательной деятельности для реализации образовательной программы дисциплины:

№ п /п	Наименование оборудованных учебных аудиторий	Перечень специализированной мебели, технических средств обучения
1	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Столы , Стационарный компьютер , Компьютер персональный , Компьютерная техника с возможностью подключения к сети “Интернет”
2	Аудитория для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), лабораторных практикумов, лабораторных работ, демонстрационных экспериментов групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованная мультимедийными и иными средствами обучения	Весы лабораторные , Спектрофотометр , Дистиллятор , Центрифуга , Холодильник
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации	Учебная мебель (столы, стулья), компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
4	Учебная аудитория для проведения промежуточной аттестации	Учебная мебель (столы и стулья для обучающихся), стол, стул преподавателя, персональный компьютер; набор демонстрационного оборудования (проектор, экран, колонки)

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения (состав определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению при необходимости). Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочей программе дисциплины и подлежит обновлению (при необходимости).

Обучающиеся из числа инвалидов обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.