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)**

Медико-биологический факультет

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан медико-
биологического факультета,
член-корреспондент РАН,
д.б.н., профессор Прохорчук
Е.Б.

«29» августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ОБЩАЯ И МЕДИЦИНСКАЯ БИОФИЗИКА»

для образовательной программы высшего образования -
программы специалитета

по направлению подготовки (специальности)
30.05.01 Медицинская биохимия

Москва 2022 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины (далее – рабочая программа дисциплины), является частью программы специалитета по направлению подготовки (специальности) 30.05.01 Медицинская биохимия

Направленность (профиль) образовательной программы Медицинская биохимия
Форма обучения: очная.

Рабочая программа дисциплины подготовлена на кафедре общей и медицинской биофизики МБФ (далее – кафедра) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, авторским коллективом под руководством доктора физ.-мат. наук, профессора Батищева Олега Вячеславовича.

Составители:

№ п.п.	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1	Батищев Олег Вячеславович	Доктор физ.-мат. наук	Профессор	кафедра общей и медицинской биофизики МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
2	Любицкий Олег Борисович	Кандидат биологических наук	Доцент	кафедра общей и медицинской биофизики МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	
3	Аносов Александр Константинович	Кандидат биологических наук	Доцент	кафедра общей и медицинской биофизики МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры (Протокол № 6-1 от «22» июня 2022 г.).

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п.п.	Фамилия, Имя, Отчество	Ученая степень, ученое звание	Занимаемая должность	Основное место работы	Подпись
1	Кягова Алла Анатольевна	Доктор медицинских наук, профессор	Профессор кафедры физики и математики педиатрического факультета	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России	

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена советом медико-биологического факультета, протокол № 1 от «29» августа 2022 г.

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

- 1) Образовательный стандарт высшего образования по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия (уровень специалитет), утвержденный Приказом ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России от 29.05.2020 № 365 рук (далее ОС ВО).
- 2) Общая характеристика образовательной программы.
- 3) Учебный план образовательной программы.
- 4) Устав и локальные акты Университета.

«Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины «общая и медицинская биофизика»

1.1.1. **Целью освоения дисциплины является:** получение обучающимися теоретических и прикладных знаний в области молекулярной биофизики и биофизики клеток, органов и тканей организма человека в норме и при патологических процессах, а также подготовка обучающихся к реализации задач профессиональной деятельности в области медицинской биохимии.

1.1.2. **Задачи, решаемые в ходе освоения программы дисциплины:**

- сформировать систему знаний в области общей и медицинской биофизики;
- развивать профессионально важные качества, значимые для практической деятельности;
- сформировать умения, навыки, компетенции, которые будут необходимы в профессиональной деятельности;
- сформировать готовность и способность применять знания и умения в профессиональной сфере;

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Общая и медицинская биофизика» изучается в 5-м и 6-м семестре и относится к обязательной части Блока Б1 Дисциплины (модули). Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **9 з.е.**

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся должны освоить следующие дисциплины:

- Б.1.О.1 Биология
- Б.1.О.2 Высшая математика
- Б.1.О.4 Общая и неорганическая химия
- Б.1.О.5 Иностранный язык
- Б.1.О.9 Общая морфология (анатомия, гистология, цитология)
- Б.1.О.10 Органическая химия
- Б.1.О.11 Механика, электричество
- Б.1.О.12 Оптика, атомная физика
- Б.1.О.13 Философия
- Б.1.О.16 Теория вероятности и математическая статистика
- Б.1.О.18 Частная морфология (анатомия человека, гистология)
- Б.1.О.19 Физиология
- Б.1.О.20 Общая патология, патологическая анатомия, патофизиология
- Б.1.О.23 Физическая химия
- Б.1.О.24 Биохимия
- Б.1.О.25 Математическая биология
- Б.1.О.26 Основы информационных технологий

Поскольку дисциплина «Общая и медицинская биофизика» является одной из фундаментальных, полученные в ходе ее освоения знания могут быть использованы при освоении программ всех предусмотренных учебным планом последующих дисциплин или при проведении НИР.

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),

соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть следующими знаниями, умениями, практическим опытом и компетенциями:

5 и 6 семестры

Код и наименование компетенции		
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины (уровень сформированности индикатора (компетенции))	
Универсальные компетенции		
УК-1 – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий		
УК-1.ИД1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Знать:	основные этапы, формы и закономерности развития физико-химических процессов в биологических объектах на квантовом, молекулярном, клеточном и тканевом уровнях в норме и при патологии, приводящих к проблемной ситуации.
	Уметь:	анализировать основные этапы, формы и закономерности развития физико-химических процессов в биологических объектах на квантовом, молекулярном, клеточном и тканевом уровнях в норме и при патологии при проблемной ситуации.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	навыками исследования и выявления характера и закономерностей физико-химических процессов в биологических объектах на квантовом, молекулярном, клеточном и тканевом уровнях в норме и при патологии для решения
УК-1.ИД2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	Знать:	методы анализа проблемной ситуации.
	Уметь:	определять пробелы в информации и находить пути восполнения этих пробелов; устанавливать причины возникновения проблемной ситуации.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	решения проблемной ситуации на основе доступных источников информации.
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла		
УК-2.ИД1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	Знать:	состояние проблемы, на решение которой направлен проект, на момент его начала.
	Уметь:	формулировать цель и задачи проекта
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	навыками аналитической и исследовательской деятельности в специальной области планируемого проекта.
УК-2.ИД2 Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	Знать:	методы и способы достижения цели и решения поставленных задач
	Уметь:	выбирать наиболее эффективные и информативные методы и способы достижения цели и решения поставленных задач
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	навыками эффективной реализации методов и способов достижения цели и решения поставленных задач.
УК-2. ИД5. Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения,	Знать:	методы логического и аналитического рассмотрения информации

вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	Уметь:	проводить анализ результатов экспериментальной исследовательской деятельности.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	формулирования выводов и заключений на основании полученной информации
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1 - Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности		
ОПК-1.ИД1 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач.	Знать:	основные законы и представления в области естественных и прикладных дисциплин медико-биологического профиля.
	Уметь:	оценивать, анализировать, обобщать и применять профессиональную информацию на теоретико-методологическом уровне..
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	основными методами исследования в области наук медико-биологического профиля
ОПК-6. Способен определять стратегию и проблематику исследований, выбирать оптимальные способы их решения, проводить системный анализ объектов исследования, отвечать за правильность и обоснованность выводов, внедрение полученных результатов в практическое здравоохранение		
ОПК-6.ИД1 Планирует научное исследование	Знать:	состояние решаемой проблемы на момент начала исследования
	Уметь:	формулировать цели и задачи исследования
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	достижения поставленных целей и задач исследований
ОПК-6.ИД2 Анализирует результаты исследований.	Знать:	основные доступные способы и методы решения поставленных исследовательских задач.
	Уметь:	реализовывать на практике необходимые способы и методы для решения поставленных исследовательских задач
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	реализации необходимых для решения поставленных исследовательских задач методов и способов
Профессиональные компетенции		
ПК-7. Способен решать исследовательские задачи в рамках реализации научного проекта как самостоятельно, так и под руководством более квалифицированного работника		
ПК-7.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию в рамках реализации научного проекта под руководством более квалифицированного работника	Знать:	основные фундаментальные и частные закономерности медико-биологического профиля, методы планирования, формулирования и решения научно-исследовательских задач в области биологии и медицины
	Уметь:	активно применять основные фундаментальные и частные закономерности медико-биологического профиля для формулирования, планирования и решения исследовательских научных задачи в

		области биологии и медицины
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	формулирования, планирования и решения исследовательских научных задач в области биологии и медицины
ПК-7.ИД2 - Проводит исследования, наблюдения, эксперименты в рамках реализации научного проекта под руководством более квалифицированного работника.	Знать:	основные естественнонаучные законы, используемые при реализации проекта и возможные методы решения поставленных задач
	Уметь:	квалифицированно осуществлять практическую экспериментальную деятельность
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	в области оценки качества экспериментальной работы, выявления артефактов и их устранения
ПК-7.ИД3 - Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений и экспериментов.	Знать:	методы анализа результатов научно-исследовательской работы
	Уметь:	критически сопоставлять и анализировать полученные и предсуществующие данные
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями):	анализа и оценки научной информации, формулировки выводов по итогам исследований, наблюдений и экспериментов

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											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Учебные занятия													
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КР), в т.ч.:</i>	144					72	72						
Лекционное занятие (ЛЗ)	36					18	18						
Семинарское занятие (СЗ)													
Практическое занятие (ПЗ)	36					18	18						
Практикум (П)													
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)	48					24	24						
Лабораторная работа (ЛР)													
Клинико-практические занятия (КПЗ)													
Специализированное занятие (СПЗ)													
Комбинированное занятие (КЗ)													
Коллоквиум (К)	24					12	12						
Контрольная работа (КР)													
Итоговое занятие (ИЗ)													
Групповая консультация (ГК)													
Конференция (Конф.)													

			<p>биополимеров. Конформационная энергия полипептидной цепи. Природа пептидной связи. Энергия внутреннего вращения полипептидной цепи. Стерические диаграммы Рамачандрана. Особенности структуры белка. Принципы образования структуры регулярной полипептидной цепи. Определение конформационной энергии. Численные методы оценки конформационной энергии биополимеров. Методы эмпирических силовых полей. Удовлетворение условиям термодинамических ансамблей. Методы минимизации энергии. Метод молекулярной динамики. Конформационный поиск методом Монте-Карло. Предсказания пространственной организации белков. Эмпирическое предсказание структуры белка. Эмпирический стереохимический метод. Метод физического моделирования. Методы биоинформатики. Сопоставительное моделирование. Самоорганизация белка. Проблема уникальности структуры белка. Особенности пространственной организации нуклеиновых кислот. Физические модели ДНК. Конформационный анализ ДНК. Необычные структуры ДНК. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Особенности строения воды. Гидрофобный эффект. Гидрофобные взаимодействия в белке. Методы количественного учёта гидрофобных взаимодействий. Неоднородность распределения молекул воды. Энергетические эффекты гидратации. Динамика гидратации белка. Динамика фазовых переходов в макромолекулах. Кооперативный характер перехода. Количественная теория кооперативных переходов спираль-клубок. Роль вделенных степеней свободы в фазовых переходах. Сворачиваемость белка. Спонтанная самоорганизация пространственной структуры белка. Моделирование сворачиваемости белков.</p>
1.2	УК-1.ИД1; УК-1.ИД2; ОПК-1.ИД1; ОПК-6.ИД1; ОПК-6.ИД2; ПК-1.ИД1; ПК-1.ИД2; ПК-1.ИД3.	Структурно-функциональная организация биологических мембран	<p>Молекулярная организация биологических мембран. Состав и строение биологических мембран. Жирнокислотный и белковый состав биологических мембран. Модели структуры биомембран. Развитие представлений о молекулярной организации биологических мембран. Образование мембранных структур. Монослои. Жидкие кристаллы. Нерастворимые монослои на границе раздела вода-воздух. Лиотропный и термотропный полиморфизм липидов. Искусственные бислойные мембраны. Мультиламеллярные липосомы. Моноламеллярные липосомы. Протеолипосомы. Плоские бислойные липидные мембраны (БЛМ). Термодинамика процессов формирования и устойчивости мембран. Поверхностная активность, работа адсорбции. Гидрофобные взаимодействия в мембранах. Межмолекулярные взаимодействия в тонких плёнках и мембранах. Термодинамика равновесия двусторонних плёнок (мембран). Механические свойства мембран. Подвижность молекулярных компонентов в мембранах. Упругие свойства мембран. Упругость БЛМ. Механизмы разрушения липидного бислоя. Пробой как следствие локальных дефектов. Дефекты типа сквозных пор при фазовом переходе липидов. Влияние электрических полей на клетки. Электропорация. Электрослияние мембран. Движение клеток. Деформация мембран. Электротрансфекция. Электроактивация белков мембран. Взаимодействие клеточных мембран. Конформационные свойства мембран. Фазовые переходы в мембранных системах. Гипотеза петли (кинка). Молекулярный параметр порядка. Термодинамические параметры фазовых переходов. Теории фазового перехода. Липид-липидные взаимодействия в мембранах. Неоднородность состава мембран, липидные рафты. Гидратация липидов. Энергия двухкомпонентной системы двух липидных компонентов. Образование липидных рафтов. Липид-белковые и белок-белковые взаимодействия в мембранах. Липид-белковые взаимодействия. Белок-белковые взаимодействия. Межмолекулярные взаимодействия в липидных рафтах.</p>
1.3	УК-1.ИД1; УК-1.ИД2;	Электронные свойства и	<p>Основы квантового описания биомолекул. Стационарные и нестационарные состояния квантовых</p>

	<p>ОПК-1.ИД1; ОПК-6.ИД1; ОПК-6.ИД2; ПК-1.ИД1; ПК-1.ИД2; ПК-1.ИД3.</p>	<p>квантовое описание биомолекул</p>	<p>систем. Принцип суперпозиции состояний. Квантовый гармонический осциллятор. Связанность осцилляторов. Перекачка энергии. Системы квантовых связанных осцилляторов. Стационарная теория возмущений. Нестационарная теория возмущений – теория переходов. Природа химической связи. Энергия стационарных состояний. Характерный период смены состояний. Вариационный метод нахождения стационарных состояний. Метод молекулярных орбиталей.</p> <p>Проявление электронных свойств биополимеров. Хромофорные группы. Хромофорные группы белков и нуклеиновых кислот. Энергетическая структура полипептидных цепей. Энергетические зоны в структуре энергетических уровней полипептидных цепей. Белок как диэлектрик. Гипо- и гиперхромные эффекты в двойной спирали ДНК. Оптическая активность биополимеров. Дисперсия оптического вращения (ДОВ), круговой дихроизм (КД) и эллиптичность. Делокализация электронного возбуждения в спиральных структурах биомолекул.</p> <p>Механизмы переноса заряда и миграции энергии в биомолекулярных структурах.</p> <p>Туннельный эффект. Квазиклассическое приближение. Адабатическое приближение. Приближение Борна-Оппенгеймера.</p> <p>Теория переноса заряда. Локализованные состояния. Электрон-колебательные взаимодействия. Распад возбужденного состояния квантовых систем. Колебательная релаксация. Температурная зависимость скорости реакции электронного переноса. Применение теории электронного переноса к биологическим системам. Перенос заряда в ДНК.</p> <p>Роль водородных связей в процессах электронного транспорта в биомолекулярных системах. Деформация водородной связи. Деформация водородных связей и конформационная динамика белков.</p> <p>Механизмы переноса и миграции энергии. Индуктивно-резонансный, обменно-резонансный и экситонный механизмы переноса и миграции энергии электронного возбуждения.</p> <p>Механизмы ферментативного катализа.</p> <p>Физико-химическое описание и биофизические модели ферментативных процессов. Термодинамика ферментативного катализа. Модели ферментативного катализа. Проблема снижения энергетического барьера.</p> <p>Электронно-конформационные взаимодействия в ферментативном катализе. Конформационно-релаксационная концепция ферментативного катализа.</p> <p>Динамика фермент-субстратных взаимодействий. Роль вязкости среды. Конформационная динамика белков. Водно-белковые взаимодействия и активность ферментов.</p> <p>Электронные взаимодействия в активном центре фермента. Микросвязи активного центра. Внутриглобулярное электрическое поле. Электронные переходы в активном центре. Синхронность и кооперативность превращений.</p> <p>Молекулярное моделирование структуры фермент-субстратного комплекса. Предсказание структуры комплекса фермент-субстрат. Оценка энергии связывания лиганда белком эмпирическими методами молекулярной динамики. Квантово-химический гибридный подход для изучения ферментативного катализа.</p>
<p>1.4</p>	<p>УК-1.ИД1; УК-1.ИД2; ОПК-1.ИД1; ОПК-6.ИД1; ОПК-6.ИД2; ПК-1.ИД1; ПК-1.ИД2; ПК-1.ИД3.</p>	<p>Динамические свойства биомолекул</p>	<p>Динамика белков.</p> <p>Структурные изменения белков. Кооперативные перестройки в белках. Неравновесные конформационные состояния.</p> <p>Конформационная подвижность белков. Конформационные подсостояния, возникающие в результате короткоживущих возмущений и флуктуаций основной структуры белковой молекулы. Динамика быстрых спонтанных изменений конформации. Использование методов изотопного обмена, люминесценции, методов резонансной радиоспектроскопии (электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), ядерного магнитного резонанса (ЯМР), ядерного гамма-резонанса (ЯГР)) для изучения динамики белков. Классификация подвижности структуры белков по характеристическим временам отдельных видов движения.</p> <p>Физические модели динамической подвижности белков.</p> <p>Общая характеристика молекулярной динамики биополимеров. Роль вязкости растворителя и корреляции</p>

			<p>флуктуаций в динамике белков. Поверхность конформационной энергии.</p> <p>Численное моделирование молекулярной динамики белков. Метод динамического моделирования. Анализ траекторий с помощью карт свободной конформационной энергии. Потенциал сил.</p> <p>Динамические модели ДНК. Иерархия структурных и динамических моделей. Линейная теория ДНК. Нелинейные модели динамики ДНК. Нелинейные модели регуляции транскрипции.</p> <p>Прямое моделирование взаимодействия белков. Моделирование взаимодействия белков в условиях ограниченной диффузии в неоднородной среде. Методы броуновской динамики.</p>
2		Биофизика клеточных процессов	
2.1	УК-1.ИД1; УК-1.ИД2; ОПК-1.ИД1; ОПК-6.ИД1; ОПК-6.ИД2; ПК-1.ИД1; ПК-1.ИД2; ПК-1.ИД3.	Биофизика мембранных процессов	<p>Транспорт веществ в биомембранах и биоэлектrogenез</p> <p>Транспорт незлектролитов. Диффузия. Закон Фика. Уравнение диффузии. Облегчённая диффузия. Пассивный транспорт при участии переносчиков. Транспорт воды. Коэффициент осмотической водной проницаемости. Аквапорины.</p> <p>Транспорт ионов. Ионные равновесия. Электрохимический потенциал. Гидратация ионов. Ионное равновесие на границе раздела фаз. Профили потенциала и концентраций у границы раздела фаз. Двойной электрический слой. Доннановское равновесие.</p> <p>Электродиффузионная теория транспорта ионов через мембраны. Уравнение электродиффузии Нернста-Планка. Приближение постоянного поля. Проницаемость и проводимость. Вольтамперные характеристики. Соотношение Уссинга-Теорелла.</p> <p>Индукцированный ионный транспорт. Подвижные переносчики. Каналообразующие агенты. Каналы, образованные грамицидином А. Аламецитин. Влияние поверхностного и дипольного потенциалов на скорость ионного транспорта.</p> <p>Ионный транспорт в каналах. Дискретное описание транспорта. Блокирование и насыщение канала. Функции состояния канальной поры. Ионный канал как динамическая структура. Транспорт в открытом канале. Теория селективности. Метод локальной фиксации напряжения (пэтч-кламп). Молекулярное строение каналов. Надсемейство потенциалзависимых каналов. Лиганд-оперируемые каналы. Связывание лиганда. Передача информации о связывании. Воротный механизм. Метод молекулярной динамики в изучении воротного механизма каналов. Блокирование каналов. Ингибирование воротного механизма. Флуктуации электрических свойств мембран. Тепловой шум и дробовый шум. Шумы открывания-закрывания каналов. Немарковская кинетика каналов. Кальциевая проводимость возбудимых мембран.</p> <p>Транспорт ионов в возбудимых мембранах. Потенциал действия. Уравнение Гольдмана. Генерация импульса. Ионные токи в мембране аксона. Измерения мембранного тока методом фиксации потенциала. Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Изменения калиевой проводимости. Изменения натриевой проводимости. Токи ворот. Особенности воротных токов. Упрощённые математические модели возбудимых мембран. Спонтанная активность. Скачкообразная деполяризация. Триггерные свойства мембраны. Качественные модели возбуждения. Модель ФитцХью-Нагумо. Классификация нейронов по типу возбудимости. Распространение импульса. Теория локальных токов. Кабельные свойства нервного волокна.</p> <p>Активный транспорт. Кальциевый насос. Общее строение. Сайты связывания кальция. Натрий-калиевый насос. Натрий-калиевая-АТФ-аза. Электрогенный транспорт ионов. Активный транспорт натрия в эпителиальных тканях. Транспорт протонов. Протонные каналы. Протон-АТФ-аза.</p> <p>Трансформация энергии в биомембранах.</p> <p>Перенос электронов и трансформация энергии в биомембранах. Общая характеристика преобразования энергии в биомембранах. Электрон-транспортные цепи. Механизмы транслокации протонов и генерации трансмембранной разности электрохимических потенциалов ионов водорода в дыхательной и фотосинтетической цепях электронного транспорта. АТФ-азный комплекс. АТФ-азный комплекс как молекулярный мотор. Работа мотора АТФ-азного комплекса. Общие принципы энергетического сопряжения.</p>

			<p>Физика мышечного сокращения, актин-миозиновый молекулярный мотор. Общая характеристика преобразования энергии в системах биологической подвижности. Основные сведения о свойствах поперечно-полосатых мышц. Механика и энергетика мышечного сокращения. Структурная организация мышечной клетки. Теория скользящих нитей. Мостиговая гипотеза генерации силы. Кинетические модели мышечного сокращения. Модель Э. Хаксли. Структурная организация сократительных и регуляторных белков мышцы. Регуляция мышечного сокращения. Зависимость развиваемого напряжения от концентрации ионов кальция. Система электромеханического сопряжения мышцы. Особенности кальциевой регуляции сокращения мышц различных типов. Математические модели электромеханического сопряжения в миокарде. Механохимическое преобразование энергии в мышце, схема Лимна-Тейлора. Нестационарные режимы сокращения. Механические ответы на ступенчатые изменения длины мышечного волокна, концепция поворачивающегося мостика. Модель Хаксли-Симмонса. Трёхмерная структура актина и миозиновой головки. Механизм рабочего цикла актин-миозинового мотора.</p> <p>Трансформация энергии в первичных процессах фотосинтеза. Общая схема первичных процессов фотосинтеза. Механизмы трансформации энергии возбуждения в фотосинтетической мембране.</p> <p>Трансформация энергии в митохондриях. Строение митохондрий. Дыхательные комплексы митохондрий. Структура дахательных комплексов I, II, III и IV. Превращения коэнзима Q в митохондриях. Структура митохондриальной электрон-транспортной цепи. Электрохимический потенциал митохондрий. Теория Митчелла. Биоэнергетические функции митохондрий. Окислительное фосфорилирование.</p>
2.2	УК-1.ИД1; УК-1.ИД2; ОПК-1.ИД1; ОПК-6.ИД1; ОПК-6.ИД2; ПК-1.ИД1; ПК-1.ИД2; ПК-1.ИД3.	Фотобиология и фотохимия клеток	<p>Основные фотобиологические процессы и их стадии. Количественные закономерности и особенности поглощения света в биообъектах.</p> <p>Основные фотобиологические явления. Основные стадии фотобиологических процессов. Электронные переходы при поглощении света в биомолекулах. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Количественные показатели поглощения света. Закономерности поглощения света в многокомпонентных объектах. Спектры поглощения биологически важных молекул. Зависимость поглощения света от ориентации молекул. Ослабление поглощения света при неравномерном распределении молекул по объекту. Зависимость величин оптической плотности биологических образцов от рассеяния света.</p> <p>Количественные закономерности фотолюминесценции. Перенос энергии электронного возбуждения в биосистемах.</p> <p>Зависимость интенсивности фотолюминесценции соединений от их концентрации. Закономерности фотолюминесценции в многокомпонентных объектах. Спектры люминесценции и спектры возбуждения люминесценции биообъектов. Количественные закономерности переноса энергии возбуждения при кинетическом соударении. Роль миграции энергии электронного возбуждения в фотобиологических процессах. Механизмы миграции энергии.</p> <p>Биолюминесценция и биохемилюминесценция. Основные характеристики хемилюминесценции. Биолюминесценция светляков. Биолюминесценция бактерий. Биохемилюминесценция при окислении липидов. Биохемилюминесценция при активации фагоцитов.</p> <p>Кинетика фотопревращений биологических молекул.</p> <p>Общие закономерности фотохимических превращений биомолекул. Однофотонные необратимые превращения. Обратимые фотопревращения. Фотопревращения, зависящие от интенсивности облучения при постоянной дозе облучения.</p> <p>Спектры действия фотопревращений молекул и фотобиологических процессов.</p> <p>Задачи исследования спектров действия фотобиологических процессов. Спектры действия фотопревращений молекул. Спектры действия фотобиологических процессов при небольшой постоянной дозе. Спектры действия фотобиологических процессов при постоянной величине фотобиологического</p>

			<p>эффекта. Спектры действия процессов с биологическим ответом, зависящим от скорости фотопревращения активных молекул.</p> <p>Фотопревращения однокомпонентных и олигомерных белков под действием УФ-излучения. Характеристики естественного ультрафиолетового излучения. Кинетика фотоинактивации молекул белков. Спектры действия инактивации белков. Первичные стадии фотопревращений ароматических и серосодержащих аминокислот. Фотохимия и фотофизика сложных (олигомерных) белков.</p> <p>Фотопревращения нуклеиновых кислот под действием УФ-излучения.</p> <p>Общие закономерности фотоциклодимеризации пиримидиновых оснований в нуклеиновых кислотах. Роль ориентации и различных возбуждённых состояний в фотодимеризации остатков тимина. Фотопревращения пиримидиновых оснований по типу реакции присоединения. Роль фотодимеризации тимина в инактивации ДНК при УФ-облучении. Репарация повреждения ДНК. Биологическое значение фотомодификации нуклеиновых кислот.</p> <p>Фотопревращения липидов в биомембранах под действием УФ-облучения. Реакции пероксидного фотоокисления липидов. Общая формула для стационарной концентрации пероксидных радикалов. Зависимость фотопероксидации липидов от интенсивности облучения в условиях преимущественного обрыва цепей в реакции двух пероксидных радикалов. Зависимость фотопероксидации липидов от интенсивности облучения при преимущественном обрыве цепей на антиоксиданте. Кинетика фотопероксидации липидов при обрыве цепей на антиоксиданте.</p> <p>Фотоэритема и фотоканцерогенез.</p> <p>Общие закономерности эритемы кожи, индуцируемой УФ-излучением. Спектры действия эритемы. Теория спектра действия эритемы, основанная на учёте внешнего экранирования. Фотоканцерогенез.</p> <p>Механизмы фотосинтеза витамина D₃ и фототрансформации билирубина в коже. Механизм загара. Молекулярный механизм фотосинтеза витамина D₃. Кинетика фотосинтеза превитамин D₃. Спектр противорахитического действия УФ-излучения. Механизм фототрансдукции билирубина в коже. Механизм загара.</p> <p>Фотофизические стадии зрения у позвоночных и фотосинтеза АТФ в галобактериях. Спектры поглощения палочек и колбочек. Спектры действия зрения. Эффективные величины биологически активного оптического излучения. Спектр поглощения родопсина. Цепь фотопревращений родопсина. Механизм изомеризации остатка ретиналя в родопсине и батородопсине. Фотосинтез АТФ в галобактериях.</p> <p>Сенсибилизированные фотобиологические процессы.</p> <p>Общие закономерности сенсибилизированных фотопревращений. Сенсибилизированное фотоокисление с участием синглетного кислорода. Сенсибилизированные фотопревращения с участием триплетных состояний и свободных радикалов. Механизмы фотохимиотерапии опухолей и кожных болезней. Начальные стадии фотосинтеза в растениях.</p>
2.3	УК-1.ИД1; УК-1.ИД2; ОПК-1.ИД1; ОПК-6.ИД1; ОПК-6.ИД2; ПК-1.ИД1; ПК-1.ИД2; ПК-1.ИД3.	Биофизика органов и тканей	<p>Биофизические основы генеза биопотенциалов органов.</p> <p>Типы электрической активности клеток. Электропроводность тканей и органов.</p> <p>Общие характеристики биопотенциалов и их источников в органах и тканях. Потенциал токового униполю в неограниченной среде. Дипольный потенциал токового двухполюсного источника в неограниченной среде. Мультиполюсное разложение потенциала токовых диполя и квадруполя. Импеданс электрических цепей, эквивалентных биологическим объектам.</p> <p>Биопотенциалы сердца. Система отведений электрокардиограмм (ЭКГ). Распространение возбуждения в тканях сердца. Природа источников внеклеточного тока. Дипольные закономерности биопотенциалов сердца на поверхности тела. Векторные электрокардиограммы. Клеточный механизм генеза электрокардиограмм.</p> <p>Биопотенциалы головного мозга. Электрическая активность нейронов новой коры большого мозга. Системы отведения электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Основные</p>

			<p>виды ЭЭГ.</p> <p>Статистические характеристики ЭЭГ. Общая формула дисперсии биопотенциалов головного мозга. Теория зависимости дисперсии ЭЭГ от морфологических характеристик новой коры большого мозга. Интегральная формула дисперсии ЭЭГ для плоского и сферического участка коры.</p> <p>Значение межнейронной синхронизации и цитоморфологических характеристик новой коры для генеза ЭЭГ.</p> <p>Особенности формирования электрического поля гиппокампа. Теория формирования внешнего электрического поля гиппокампа. Генез ритмических ЭЭГ в нейронных сетях.</p> <p>Пассивные биомеханические процессы в органах и тканях. Общие закономерности деформации органов и тканей.</p> <p>Вязкоупругие свойства тканей и органов. Молекулярные основы упругих свойств тканей. Теория вязкоупругих свойств механических систем с использованием аналоговых электрических цепей.</p> <p>Механическое состояние стенок полых органов и других структур. Элементы теории упругости тонких оболочек. Механические свойства костей, мышц и стенки кровеносных сосудов.</p> <p>Биомеханические явления в лёгких. Механическая устойчивость альвеол.</p> <p>Механические свойства крови.</p> <p>Механические свойства синовиальной жидкости.</p> <p>Гемодинамические процессы.</p> <p>Движение крови в кровеносном сосуде. Скорость кровотока. Деформация кровеносного сосуда.</p> <p>Гемодинамические характеристики кровеносных сосудов с кровью.</p> <p>Распространение пульсовой волны по сосудам.</p> <p>Гемодинамические процессы в системе микрососудов.</p> <p>Суммарные гемодинамические свойства артериального отдела большого круга кровообращения.</p> <p>Кардиогенное движение тела.</p> <p>Кардиогенное изменение сопротивления тела для переменного тока. Импедансография в исследовании систолического объёма крови.</p> <p>Сокращение скелетных мышц.</p> <p>Физиологические закономерности сокращения мышц.</p> <p>Теплопродукция при корчении мышцы. Соотношение между скоростью изотонического сокращения и нагрузкой.</p> <p>Механическая работа мышцы при различных условиях.</p> <p>Структура сократительного аппарата мышечных волокон.</p> <p>Молекулярный механизм мышечного сокращения.</p> <p>Кинетическая теория мышечного сокращения.</p> <p>Транспорт веществ через эпителий органов и тканей.</p> <p>Роль переносчиков в транспорте сахаров и аминокислот в кишечнике. Кинетика транспорта вещества с помощью переносчика через апикальную мембрану эпителиоцитов.</p> <p>Концентрационная зависимость транспорта сахаров и аминокислот в кишечнике.</p> <p>Сопряжение транспорта сахаров и аминокислот с транспортом ионов натрия.</p> <p>Электrogenез при активном транспорте ионов натрия.</p> <p>Трансэпителиальный транспорт воды. Механизм осмотического концентрирования мочи.</p> <p>Фоторецепция.</p> <p>Оптика глаза.</p> <p>Структура фоторецепторной клетки.</p> <p>Зрительные пигменты.</p> <p>Трансдукция сигнала в фоторецепторной клетке.</p> <p>Хеморецепция.</p> <p>Обоняние. Строение обонятельного анализатора позвоночных.</p> <p>Обонятельные рецепторные молекулы.</p> <p>Трансдукция сигнала в обонятельной рецепторной клетке.</p> <p>Основные характеристики вкусового анализатора.</p>
2.4	УК-1.ИД1; УК-1.ИД2; ОПК-1.ИД1; ОПК-6.ИД1;	Биофизика патологических процессов	<p>Роль повреждения мембран в развитии клеточной патологии.</p> <p>Последствия для клетки повреждения плазматической мембраны, мембран митохондрий, лизосом, ядерной</p>

<p>ОПК-6.ИД2; ПК-1.ИД1; ПК-1.ИД2; ПК-1.ИД3.</p>			<p>мембраны. Основные физико-химические причины нарушения барьерных свойств мембран: перекисное окисление липидов (ПОЛ), ферментативное расщепление липидов и белков, изменение заряда и конформации белков, адсорбция белков, осмотическое растяжение мембран.</p> <p><u>Свободные радикалы в биологических системах.</u> Определение понятия свободного радикала. Номенклатура радикалов. Основная классификация свободных радикалов: первичные, вторичные и третичные радикалы. Электронное строение и химические свойства продуктов восстановления и возбуждённых форм молекулярного кислорода. Активные формы кислорода (АФК). Методы изучения АФК: спектрофотометрические, радиоспектроскопические методы, метод хемилюминесценции, метод «перехватчиков».</p> <p><u>Свободно-радикальное перекисное окисление липидов (ПОЛ).</u> Кинетика ПОЛ. Общая схема реакций. Скорость отдельных стадий процесса. Реакции инициирования, продолжения, разветвления и обрыва цепей. Триггерная роль ионов двухвалентного железа. Основные дифференциальные уравнения, описывающие кинетику реакций перекисного окисления. Основные способы ее упрощения. Математическое моделирование процессов ПОЛ. Условие возникновения и активации перекисного окисления в клетке. Физико-химические механизмы действия перекисного окисления липидов на структуру и функции мембран: разрушение функциональных групп белков, модификация физических свойств липидного бислоя, увеличение проницаемости для ионов, снижение электрической прочности мембран. Методы изучения перекисного окисления липидов: анализ потребления кислорода и накопления различных продуктов перекисного окисления, измерение хемилюминесценции и флуоресценции. Нестационарная кинетика хемилюминесценции, сопровождающая перекисное окисление липидов, индуцированное ионами двухвалентного железа. Стадии развития хемилюминесценции. Быстрая и медленная вспышки хемилюминесценции, стационарное свечение. Латентный период развития хемилюминесценции. Применение активаторов хемилюминесценции.</p> <p><u>Ионы железа в регуляции свободно-радикальных процессов.</u> Ионы железа в биологических системах. Метаболизм железа в организме. Способы определения ионов железа в биологических системах. Цитотоксичность ионов железа и факторы на неё влияющие. Механизмы цитотоксического действия ионов железа. Влияние комплексообразования на химическую реактивность ионов железа. Комплексы ионов железа с кислородом, их участие в свободно-радикальных реакциях. Механизмы контроля цитотоксичности ионов железа в организме. Редокс цикл и пути восстановления ионов железа в биологических системах. Механизмы высвобождения ионов железа из железо-содержащих белков. Антиоксидантная система церулоплазмин-трансферрин.</p> <p><u>Роль фосфолипаз в повреждении клеток.</u> Распространение связанных с мембраной фосфолипаз. Фосфолипазы, входящие в состав экзотоксинов. Роль активации фосфолипаз в повреждении клеток при тканевой гипоксии. Трансформация физической структуры и проницаемости мембран в результате действия фосфолипаз. Роль ионов Ca²⁺. Фосфолипазы митохондрий. Роль активации фосфолипаз в повреждении митохондрий при тканевой гипоксии. Биофизические механизмы влияния фармакологических препаратов на активность фосфолипаз. Клеточные механизмы восстановления структуры и функций мембран после действия фосфолипаз.</p>
---	--	--	---

			<p><u>Некроз и апоптоз.</u> Некроз и апоптоз: современные представления о механизмах. Определение апоптоза. Основные представления о механизмах апоптоза. Современные гипотезы о механизмах апоптоза. Роль цитохрома c в апоптотических реакциях. Способы регуляции апоптотических реакций.</p> <p><u>Антиоксиданты.</u> Понятие об антиоксидантах. Классификация антиоксидантов. Механизмы дезактивации инициаторов перекисного окисления липидов: роль супероксиддисмутазы, каталазы, каротиноидов, глутатионпероксидазы. Антиоксидантные ферменты, молекулярные механизмы их работы. Перехватчики радикалов. Хелаторы металлов. Основные способы измерения антиоксидантной активности.</p> <p><u>Нарушения осмотического равновесия.</u> Причины и следствия нарушения осмотического равновесия между клеткой и средой, между клеткой и клеточными органеллами, выключение клеточных "насосов", сдвиги в ионной проницаемости мембран. Модификация молекулярной организации мембран при их осмотическом растяжении. Механизмы восстановления осмотических нарушений в клетке. Действие фармакологических препаратов (диуретики, сердечные гликозиды, антибиотики) на осмотическое равновесие.</p> <p><u>Явление электрического пробоя мембран.</u> Методы изучения электрического пробоя. Электрический пробой искусственных (БЛМ, липосомы) и природных мембран (эритроциты, митохондрии) ионным диффузионным потенциалом. Снижение электрической прочности мембран (потенциала пробоя) при перекисном окислении липидов, действии фосфолипаз, осмотическом растяжении мембран, адсорбции белков. Гипотеза о роли электрического пробоя мембран в нарушении барьерной функции мембран в патологии.</p> <p><u>Нарушения молекулярной организации мембран.</u> Нарушение функционирования мембран при изменении микровязкости и поверхностного заряда мембран. Изменение молекулярной организации мембран при действии мембранотоксинов, взаимодействии вирусов и антител с цитоплазматическими мембранами, антигенов с иммунокомпетентными клетками. Механизм действия холестерина и его роль в развитии атеросклероза.</p> <p><u>Нарушения биоэнергетических функций митохондрий.</u> Строение митохондрий. Дыхательные комплексы митохондрий. Структура дыхательных комплексов I, II, III и IV. Превращения коэнзима Q в митохондриях. Структура митохондриальной электрон-транспортной цепи. Строение АТР-синтазного комплекса (комплекса V). Электрохимический потенциал митохондрий. Теория Митчелла. Биоэнергетические функции митохондрий. Окислительное фосфорилирование. Митохондриальная мембрана и электрон-транспортная цепь. Окислительно-восстановительные потенциалы переносчиков. Транспорт кальция и фосфата в митохондрии. Энергизация митохондрии при переносе электронов. Перенос Ca^{2+} и фосфата в матрикс митохондрий. Протон-движущая сила. Измерение скорости дыхания митохондрий. Дыхание митохондрий в разных функциональных состояниях. Повреждение митохондрий при гипоксии.</p> <p><u>Основные типы патологических процессов, связанные с перекисным окислением липидов.</u> Роль свободнорадикальных процессов в канцерогенезе. Свободнорадикальные процессы и тканевая гипоксия. Проблема перекисного окисления при консервировании органов и тканей. Перекисное окисление и старение.</p> <p><u>Роль свободно-радикальных процессов в развитии.</u></p>
--	--	--	--

			<p><u>атеросклероза.</u> Влияние окисления липопротеидов на перенос холестерина между липопротеинами и клетками. Влияние окисленных липопротеинов на разные стадии атеросклероза.</p> <p><u>Роль свободно-радикального окисления в патогенезе катаракты.</u> Структура хрусталика и механизмы поддержания его прозрачности. Физико-химические механизмы возникновения помутнения хрусталика. Концепция окислительного стресса в катарактогенезе. Посттрансляционные модификации белков хрусталика и их взаимосвязь со свободно-радикальным окислением.</p> <p><u>Фагоцитоз и воспаление.</u> Дыхательный (респираторный) «взрыв». Активация НАДФН-оксидазы и миелопероксидазы. Образование супероксида и гипохлорита. Образование «порочного круга» при гипоксии. Хроническое воспаление и аутоимунные процессы. Естественные механизмы торможения воспалительной реакции.</p> <p><u>Активация перекисного окисления липидов при гипоксии и реоксигенации.</u> Феномен активации ПОЛ при гипоксии и реперфузии и её причины. Активация ксантиноксидазной реакции. Активация продуцирования супероксида митохондриями. Активация фосфолипаз и набухание митохондрий при гипоксии. Накопление в тканях ионов железа. Роль нейтрофилов в активации свободно-радикальных процессов. Антиоксидантные системы при гипоксии.</p>

3.2. Перечень разделов и тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

№ п/п	Шифр компетенции	Наименование раздела (модуля), темы дисциплины (модуля)	Содержание раздела (модуля), темы в дидактических единицах
1	2	3	4
1		Экспериментальные методы исследования	
1.1	УК-1.ИД1; УК-1.ИД2; ОПК-1.ИД1; ОПК-6.ИД1; ОПК-6.ИД2; ПК-1.ИД1; ПК-1.ИД2; ПК-1.ИД3.	Методы в молекулярной биофизике	<p>Масс-спектрометрия. Масса и заряд. Ионы в электрическом и магнитных полях. Методы ионизации. Масс-спектрометры. Разрешение и точность определения массы. Структурно-функциональные исследования. Определение структуры и функции белков. Определение массы белков. Изучение процессов сворачивания. Секвенирование белков. Вычисление аминокислотной последовательности белка. Идентификация белков в двумерном электрофорезе. Роль масс-спектрометрии в функциональной протеомике. Исследование нуклеиновых кислот с помощью масс-спектрометрии. Анализ смеси олигонуклеотидов. Секвенирование ДНК. Масс-спектрометрия углеводов. Изучение субклеточных комплексов и органелл. Масс-спектрометрическая визуализация изображений клеток и тканей.</p> <p>Рентгеновская и нейтронная дифракция. Макромолекулы как рассеивающие излучение частицы. Рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов. Рассеяние одиночным атомом. Вектор рассеяния и пространственное разрешение. Рассеяние ансамблем атомов. Методика рентгеновской и нейтронной дифракции. Малоугловое рассеяние. Макромолекулярная рентгеновская кристаллография и нейтронография. Рост кристаллов. Общие принципы перехода макромолекулы из раствора в кристаллическую форму. Методы кристаллизации. Крепление кристалла. Гониометр. Мечение тяжёлыми атомами. Обратная кристаллическая решётка, сфера Эвальда и структурные факторы. Закон Брэгга. Симметрия пространственной группы. Решётки Бравэ. Электронная плотность. Переход от данных по интенсивности к амплитудам структурного фактора. Определение модели, соответствующей экспериментальным данным. Переход от экспериментальных данных к распределению электронной плотности. Начальная оценка фазы. Молекулярное замещение. Однократное и многократное изоморфное замещение. Доводка и уточнение фаз. Окончательная оценка структуры. Кинетическая кристаллография. Нейтронная кристаллография.</p> <p>Электронная дифракция. Волновые свойства электронов. Взаимодействие электронов с веществом. Электронная микроскопия. Принципиальная схема электронного микроскопа. Принципы получения изображений в электронной микроскопии. Типы электронных микроскопов. Просвечивающие и сканирующие микроскопы. Приготовление образцов для электронной микроскопии. Контрастирование образцов. Криомикроскопия. Быстрое</p>

			<p>замораживание образцов. Трёхмерная реконструкция в электронной микроскопии. <u>Оптическая микроскопия.</u> Классическая световая микроскопия в рамках геометрической оптики. Стандартный световой микроскоп. Дифракционное ограничение разрешающей способности. Проблема контраста. Микроскопия темного поля. Фазово-контрастная микроскопия. Поляризационный микроскоп. Субволновое разрешение в рамках геометрической оптики. Конфокальная микроскопия. Трёхмерное изображение и разрешение. Безлинзовая микроскопия. Сканирующая микроскопия ближнего поля. Микроскопия силового поля. Основные принципы атомно-силовой микроскопии (АСМ). Визуализация биологических структур методом АСМ. Изучение подвижности биологических систем методом АСМ. Флуоресцентная микроскопия. Классическая флуоресцентная микроскопия. Стандартный флуоресцентный микроскоп. Двух- и трёхфотонное возбуждение. Микроскопия в затухающих полях (с полным внутренним отражением). Флуоресцентная микроскопия вне дифракционного барьера. 4Pi—конфокальная микроскопия. Двухимпульсная стимулированная микроскопия. Флуоресцентная микроскопия в стоячих волнах. Флуоресцентно-резонансный перенос энергии. Природные флуоресцирующие белки. Изучение жизни клетки в реальном времени. <u>Детектирование одиночных молекул.</u> Флуоресцентная спектроскопия одиночных молекул. Детектирование одиночных молекул в твёрдой фазе. Детектирование одиночных молекул в конденсированной фазе. Оптическое детектирование одиночных молекул на поверхности. Сканирующая оптическая микроскопия ближнего поля. Конфокальная микроскопия дальнего поля. Широкопольная эпи-иллюминация. Флуоресценция в затухающем поле. Комбинация оптической и атомно-силовой микроскопии. Сканирующая раман-спектроскопия ближнего поля. <u>Абсорбционная спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой областях спектра.</u> Спектрофотометры и спектрометры. Одноволновая и двухволновая схема измерения. Обычные и дифференциальные спектры. Спектры поглощения белков и нуклеиновых кислот. <u>Абсорбционная спектроскопия в инфракрасной области.</u> Дисперсионные спектрометры ближнего инфракрасного (ИК) диапазона. Спектрометры среднего и дальнего диапазона с Фурье преобразованием. Колебания молекул. Активные и неактивные моды. Амидные полосы полипептидов и белков. Определение вторичной структуры белка. Использование ИК-спектроскопии для определения конформации ДНК. Инфракрасная дифференциальная спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия, разрешённая во времени. Двумерная ИК-спектроскопия. Определение третичной структуры пептидов. <u>Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР).</u> Классическая (рамановская) спектроскопия КР. Рамановские спектрометры.</p>
--	--	--	--

		<p> Определение вторичной структуры молекул из спектров КР. Конформационная динамика белков в растворе. Использование для определения конформации ДНК. Резонансная спектроскопия комбинационного рассеяния. Спектроскопия КР на поверхности (гигантское КР). Рамановская оптическая активность. Дифференциальная спектроскопия КР. <u>Методы измерения оптической активности.</u> Круговой дихроизм (КД), эллиптичность, дисперсия оптического вращения (ДОВ). Спектрометры КД. Использование КД для определения вторичной структуры белков. <u>Люминесцентная спектроскопия.</u> Флуоресцентная спектроскопия. Спектры возбуждения. Спектры флуоресценции и фосфоресценции. Аппаратура для флуоресцентной спектроскопии. Качественный и количественный флуорометрический анализ. Измерение времён затухания флуоресценции. Импульсные измерения времён затухания. Фазовые и модуляционные измерения времён затухания флуоресценции. Анализ кривых затухания флуоресценции. Поляризация флуоресценции. Определение поляризации и анизотропии. Спектры поляризации флуорофоров. Деполяризация флуоресценции. Измерение анизотропии флуоресценции. Влияние вращательной диффузии на анизотропию флуоресценции. Уравнение Перрена. Применения измерений анизотропии в биохимии. Оценка вязкости клеточных мембран. Вращательная диффузия белков. Реакции ассоциации. Денатурация ДНК. Кинетика затухания анизотропии флуоресценции. Несимметричные флуорофоры. Флуорофоры с затруднённым вращением. Использование измерений кинетики затухания анизотропии в биохимии. Влияние растворителей на спектры флуоресценции. Стоксовы сдвиги и релаксация растворителя. Общее влияние растворителей на спектры флуоресценции. Уравнение Липперта. Практическое применение влияния растворителей в биохимических исследованиях. Локализация связанных с мембранами флуорофоров. Локализация связанных с белками флуорофоров. Механизмы и динамика процессов релаксации растворителей. Влияние релаксации растворителя на спектры испускания флуоресценции. Изучение релаксации растворителя фазово-модуляционными методами. Анализ спектральной релаксации в модельных мембранах и белках. Тушение флуоресценции. Тушители флуоресценции. Теория динамического тушения. Уравнение Штерна-Фольмера. Статическое и динамическое тушение. Сфера тушения. Применение тушения флуоресценции в биохимии. Проникновение заряженных и нейтральных тушителей в белки. Применение тушения для выявления локализации мембрано-связанных флуорофоров. Перенос энергии. Теория переноса энергии для донорно-акцепторных пар. Измерение расстояния методом переноса энергии. Обнаружение реакций ассоциации макромолекул по переносу энергии. Флуоресценция белков. Спектральные свойства ароматических аминокислот. Общая характеристика флуоресценции белков. Факторы, влияющие на спектры испускания белков. Динамика белков, регистрируемая флуоресцентными методами. Флуоресцентная корреляционная спектроскопия. Анализ флуктуаций биомолекул. Двухцветная флуоресцентная кросс-корреляционная спектроскопия. <u>Метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР).</u> </p>
--	--	--

			<p>Ядерный магнитный резонанс. Классическое описание. Квантово-механическое описание. Спектры ЯМР.</p> <p>Влияние окружения на спектры ЯМР. Химические сдвиги. Спин-спиновое взаимодействие. Слабо и сильно взаимодействующие спины.</p> <p>ЯМР-спектроскопия с Фурье-преобразованием. Одноимпульсные эксперименты. Многоимпульсные эксперименты.</p> <p>Измерения времени спин-решёточной релаксации T1 методом инверсии-восстановления. Измерение времени спин-спиновой релаксации T2 методом спинового эха. Спиновое эхо в градиенте импульсного поля.</p> <p>Перенос поляризации с одних ядер на другие (методы INEPT и CRYPT).</p> <p>Двумерный ЯМР. Корреляционная спектроскопия (COSY). Ядерный эффект Оверхаузера (NOE). Спектроскопия с использованием ядерного эффекта Оверхаузера (NOESY).</p> <p>Многомерный, гомоядерный и гетероядерный ЯМР. Спектроскопия оптимизированной поперечной релаксации (TROSY).</p> <p>Стерически наведённая ориентация молекул в растворе. Остаточные дипольные взаимодействия. Анизотропия химического сдвига (CSA).</p> <p>ЯМР в твёрдой фазе. Методы вычисления трёхмерной структуры молекулы в твёрдом состоянии из ЯМР-данных.</p> <p>Изотопное мечение белков и нуклеиновых кислот. Капсулирование белков.</p> <p>Корреляционная спектроскопия в магнитном поле Земли (EFCOSY). Использование ЯМР для вычисления трёхмерной структуры биомолекул. Определение трёхмерной структуры глобулярных белков, мембранных белков, нуклеиновых кислот, углеводов.</p> <p>Изучение белок-белковых взаимодействий. Изучение динамики биомолекул методом ЯМР.</p> <p>Измерение молекулярной релаксации. Анизотропия вращательной диффузии. Поступательная диффузия.</p> <p>Магнитно-резонансная томография. Магнитно-резонансная микроскопия. Магнитно-резонансная силовая микроскопия.</p> <p>Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).</p> <p>Принцип метода. История открытия. Механический и магнитный моменты электрона. Эффект Зеемана. Основное уравнение резонанса.</p> <p>Характеристики спектров ЭПР. Амплитуда сигнала. Форма линии. Ширина линии.</p> <p>Сверхтонкая структура спектров ЭПР.</p> <p>Устройство радиоспектрометра ЭПР.</p> <p>Сигналы ЭПР, наблюдаемые в биологических системах.</p> <p>Метод спиновых меток и зондов.</p> <p>Метод спиновых ловушек.</p> <p>Метод гамма-резонансной спектроскопии (ГРС).</p> <p>Физические основы метода. Эффект Мессбауэра.</p> <p>Изучение внутренних движений в молекулах.</p>
2.		Математические методы	
2.1	УК-1.ИД1; УК-1.ИД2; ОПК-1.ИД1; ОПК-6.ИД1; ОПК-6.ИД2; ПК-1.ИД1; ПК-1.ИД2; ПК-1.ИД3.	Методы обработки сигналов и изображений	<p>Цифровая обработка и анализ сигналов.</p> <p>Сигналы и их графическое отображение. Сигналы и процессы. Детерминированные и случайные сигналы.</p> <p>Аналого-цифровое преобразование. Теорема отсчётов.</p> <p>Линейные системы.</p> <p>Свёртка. Свойства свёртки. Быстрая свёртка.</p> <p>Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Применение ДПФ. Свойства преобразования Фурье. Пары Фурье-преобразований. Быстрое преобразование Фурье.</p> <p>Введение в цифровую фильтрацию. Однородные фильтры. Оконные</p>

			<p>фильтры. Специальные фильтры. Рекурсивные фильтры. Фильтры Чебышева. Сравнительный анализ фильтров.</p> <p>Цифровая обработка звука.</p> <p>Формирование и демонстрация изображений. Линейная обработка изображений. Особые методы обработки изображений.</p> <p>Нейронные сети.</p> <p>Преобразование Лапласа. Z-преобразование.</p> <p><u>Цифровая обработка и анализ биомедицинских сигналов.</u></p> <p>Введение в биомедицинские сигналы. Природа биомедицинских сигналов. Цели анализа биомедицинских сигналов. Трудности, встречающиеся при снятии и анализе биомедицинских сигналов. Компьютерная диагностика.</p> <p>Анализ одновременных, парных и коррелированных процессов.</p> <p>Фильтрация для устранения артефактов. Случайный шум, структурированный шум и физиологические помехи. Стационарные и нестационарные процессы. Фильтрация во временной области. Фильтрация в частотной области. Оптимальная фильтрация: фильтр Винера. Адаптивные фильтры для устранения помех.</p> <p>Обнаружение событий. Обнаружение событий и волн в сигналах. Корреляционный анализ. Методы на основе взаимного спектра. Согласованные фильтры. Гомоморфная фильтрация и комплексный кепстр.</p> <p>Анализ форм волн и их сложности. Морфологический анализ сигналов. Выделение и анализ огибающей. Анализ активности.</p> <p>Исследование характеристик сигналов и систем в частотной области. Спектр Фурье. Оценка функции спектральной плотности мощности (СПМ). Характеристики, получаемые из функции СПМ.</p> <p>Анализ нестационарных сигналов. Динамические системы. Фиксированная сегментация. Адаптивная сегментация. Использование адаптивных фильтров для сегментации.</p> <p>Классификация образов и диагностические решения. Классификация образов. Обучение системы «с учителем» и «без учителя». Вероятностные модели и статистические решения. Логистический регрессионный анализ. Нейронные сети. Характеристики точности и цены диагностики. Надёжность классификаторов и систем принятия решений.</p> <p>Моделирование процессов и систем, порождающих биомедицинские сигналы. Точечные процессы. Параметрическое моделирование систем. Авторегрессионное и полное моделирование. Моделирование с использованием полюсов и нулей. Электромеханические модели генерации сигнала.</p>

4. Тематический план дисциплины

4.1. Тематический план контактной работы обучающихся с преподавателем

№ п/п	Виды учебных занятий/ форма промежуточной аттестации*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименование разделов. Порядковые номера и наименование тем. Темы учебных занятий.	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации***					
					КП	ОУ	ОП	ЛР	РЗ	ДЗ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5 семестр										
		Раздел 1. Молекулярная биофизика								
		Тема 1. Пространственная организация биомолекулярных структур								
1	ЛЗ	Лекция 1 по теме 1	2	Д	+					
2	ЛЗ	Лекция 2 по теме 1	2	Д	+					
3	ЛЗ	Лекция 3 по теме 1	2	Д	+					
4	ПЗ	Практическое занятие 1 по теме 1	3	Т	+				+	
5	ЛПЗ	Лабораторная работа 1 по теме 1	3	Т	+			+		+
6	ЛПЗ	Лабораторная работа 2 по теме 1	3	Т	+			+		+
7	К	Текущий рубежный контроль по теме 1	3	Р	+	+	+			
		Тема 2. Структурно-функциональная организация биологических мембран								
8	ЛЗ	Лекция 1 по теме 2	2	Д	+					
9	ЛЗ	Лекция 2 по теме 2	2	Д	+					
10	ПЗ	Практическое занятие 1 по теме 2	3	Т	+				+	
11	ЛПЗ	Лабораторная работа 1 по теме 2	3	Т	+			+		+
12	ЛПЗ	Лабораторная работа 2 по теме 2	3	Т	+			+		+
13	К	Текущий рубежный контроль по теме 2	3	Р	+	+	+			
		Тема 3. Электронные свойства и квантовое описание биомолекул								
14	ЛЗ	Лекция 1 по теме 3	2	Д	+					
15	ЛЗ	Лекция 2 по теме 3	2	Д	+					
16	ПЗ	Практическое занятие 1 по теме 3	3	Т	+				+	+
17	ПЗ	Практическое занятие 2 по теме 3	3	Т	+				+	+
18	ЛПЗ	Лабораторная работа 1 по теме 3	3	Т	+			+		+
19	ЛПЗ	Лабораторная работа 2 по теме 3	3	Т	+			+		+
20	К	Текущий рубежный контроль по теме 3	3	Р	+	+	+			
		Тема 4. Динамические свойства биомолекул								
21	ЛЗ	Лекция 1 по теме 4	2	Д	+					

51	ПЗ	Практическое занятие 2 по теме 8	3	Т	+				+	+
52	ЛПЗ	Лабораторная работа 1 по теме 8	3	Т	+			+		+
53	ЛПЗ	Лабораторная работа 2 по теме 8	3	Т	+			+		+
54	К	Текущий рубежный контроль по теме 8	3	Р	+	+	+			
		Всего часов за семестр:	72							
55	Э	Промежуточная аттестация	9			+	+			
		Всего часов по дисциплине:	153							

Условные обозначения:

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации *

Виды учебных занятий, формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
	Лекционное занятие	Лекция
Семинарское занятие	Семинар	СЗ
Практическое занятие	Практическое	ПЗ
Практикум	Практикум	П
Лабораторно-практическое занятие	Лабораторно-практическое	ЛПЗ
Лабораторная работа	Лабораторная работа	ЛР
Клинико-практические занятия	Клинико-практическое	КПЗ
Специализированное занятие	Специализированное	СЗ
Комбинированное занятие	Комбинированное	КЗ
Коллоквиум	Коллоквиум	К
Контрольная работа	Контр. работа	КР
Итоговое занятие	Итоговое	ИЗ
Групповая консультация	Групп. консультация	КС
Конференция	Конференция	Конф.
Защита курсовой работы	Защита курсовой работы	ЗКР
Экзамен	Экзамен	Э

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 на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

**Формы проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации обучающихся /виды работы обучающихся/ *****

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (ФТКУ) ***	Техническое и сокращённое наименование		Виды работы обучающихся (ВРО) ***	Типы контроля
1	Контроль присутствия (КП)	Присутствие	КП	Присутствие	Присутствие
2	Учет активности (А)	Активность	А	Работа на занятии по теме	Участие
3	Опрос устный (ОУ)	Опрос устный	ОУ	Выполнение задания в устной форме	Выполнение обязательно
4	Опрос письменный (ОП)	Опрос письменный	ОП	Выполнение задания в письменной форме	Выполнение обязательно
5	Опрос комбинированный (ОК)	Опрос комбинированный	ОК	Выполнение заданий в устной и письменной форме	Выполнение обязательно
6	Тестирование в электронной форме (ТЭ)	Тестирование	ТЭ	Выполнение тестового задания в электронной форме	Выполнение обязательно
7	Проверка реферата (ПР)	Реферат	ПР	Написание (защита) реферата	Выполнение обязательно
8	Проверка лабораторной работы (ЛР)	Лабораторная работа	ЛР	Выполнение (защита) лабораторной работы	Выполнение обязательно
9	Подготовка учебной истории болезни (ИБ)	История болезни	ИБ	Написание (защита) учебной истории болезни	Выполнение обязательно
10	Решение практической (ситуационной) задачи (РЗ)	Практическая задача	РЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	Выполнение обязательно
11	Подготовка курсовой работы (ПКР)	Курсовая работа	ПКР	Выполнение (защита) курсовой работы	Выполнение обязательно
12	Клинико-практическая работа (КПР)	Клинико-практическая работа	КПР	Выполнение клинико-практической работы	Выполнение обязательно
13	Проверка конспекта (ПК)	Конспект	ПК	Подготовка конспекта	Выполнение обязательно
14	Проверка контрольных нормативов (ПКН)	Проверка нормативов	ПКН	Сдача контрольных нормативов	Выполнение обязательно
15	Проверка отчета (ПО)	Отчет	ПО	Подготовка отчета	Выполнение обязательно
16	Контроль выполнения домашнего задания (ДЗ)	Контроль самостоятельной работы	ДЗ	Выполнение домашнего задания	Выполнение обязательно, Участие
17	Контроль изучения электронных образовательных ресурсов (ИЭОР)	Контроль ИЭОР	ИЭОР	Изучения электронных образовательных ресурсов	Изучение ЭОР

4.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Период обучения (семестр). Наименование раздела (модуля), тема дисциплины (модуля).	Содержание самостоятельной работы обучающихся	Всего часов
1	2	3	4
5 семестр			
1	Пространственная организация биомолекулярных структур	Подготовка к учебным аудиторным занятиям	9
2	Структурно-функциональная организация биологических мембран	Подготовка к учебным аудиторным занятиям	9
3	Электронные свойства и квантовое описание биомолекул	Подготовка к учебным аудиторным занятиям	9
4	Динамические свойства биомолекул	Подготовка к учебным аудиторным занятиям	9
5	Экспериментальные методы исследования. Методы в молекулярной биофизике.	Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)	36
6 семестр			
6	Биофизика мембранных процессов	Подготовка к учебным аудиторным занятиям	9
7	Фотобиофизика	Подготовка к учебным аудиторным занятиям	9
8	Биофизика органов и тканей	Подготовка к учебным аудиторным занятиям	9
9	Биофизика патологических процессов	Подготовка к учебным аудиторным занятиям	9
10	Математические методы. Методы обработки сигналов и изображений.	Иные виды самостоятельной работы (в т.ч. выполнение практических заданий проектного, творческого и др. типов)	36
Итого:			144

5. Организация текущего контроля успеваемости обучающихся

5.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся

5.1.1. Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)*

Типы контроля		Тип оценки
Присутствие	П	наличие события
Участие (дополнительный контроль)	У	дифференцированный
Изучение электронных образовательных ресурсов (ЭОР)	И	наличие события
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный

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 на занятиях по теме.
Текущий рубежный (модульный) контроль	Рубежный	Р	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по теме (разделу, модулю) дисциплины
Текущий итоговый контроль	Итоговый	И	Оценка усвоения обучающимся знаний, умений и опыта практической деятельности по темам (разделам, модулям) дисциплины

5.1.2. Структура текущего контроля успеваемости по дисциплине

5 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы						
				ТК*	ВТК**	Max.	Min.	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
Практическое занятие	ПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Домашнее задание	ДЗ	В	Т	10	0	1
		Практическая задача	ПЗ	В	Т	20	0	1
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Домашнее задание	ДЗ	В	Т	10	0	1
		Лабораторная работа	ЛР	В	Т	20	0	1
Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль)	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Опрос устный	ОУ	В	Р	20	0	1
		Опрос письменный	ОП	В	Р	20	0	1

6 семестр

Виды занятий		Формы текущего контроля успеваемости/виды работы						
				ТК*	ВТК**	Max.	Min.	Шаг
Лекционное занятие	ЛЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
Практическое занятие	ПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Домашнее задание	ДЗ	В	Т	10	0	1
		Практическая задача	ПЗ	В	Т	20	0	1
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Домашнее задание	ДЗ	В	Т	10	0	1
		Лабораторная работа	ЛР	В	Т	20	0	1
Коллоквиум (рубежный (модульный) контроль)	К	Контроль присутствия	КП	П	Д	1	0	1
		Опрос устный	ОУ	В	Р	20	0	1

		Опрос письменный	ОП	В	Р	20	0	1
--	--	------------------	----	---	---	----	---	---

5.1.3. Весовые коэффициенты текущего контроля успеваемости обучающихся
(по видам контроля и видам работы)

5 семестр

Вид контроля	План в %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/в иды работы	ТК	План в %	Исходно		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль		1		Контроль присутствия	П		1		
Текущий тематический контроль		60		Домашнее задание	В		10		
				Практическая задача	В		20		
				Лабораторная работа	В		20		
Текущий рубежный (модульный) контроль		40		Контроль присутствия	П		1		
				Опрос устный	В		20		
				Опрос письменный	В		20		
Мах. кол. баллов									

6 семестр

Вид контроля	План в %	Исходно		Формы текущего контроля успеваемости/в иды работы	ТК	План в %	Исходно		Коэф.
		Баллы	%				Баллы	%	
Текущий дисциплинирующий контроль		1		Контроль присутствия	П		1		
Текущий тематический контроль		50		Домашнее задание	В		10		
				Практическая задача	В		20		
				Лабораторная работа	В		20		
Текущий рубежный (модульный) контроль		40		Контроль присутствия	П		1		
				Опрос устный	В		20		
				Опрос письменный	В		20		
Мах. кол. баллов									

5.2. Порядок текущего контроля успеваемости обучающихся (критерии, показатели и порядок текущего контроля успеваемости обучающихся)

Критериями успеваемости и успешности обучающегося по итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине (модулю) в балльно-рейтинговой системе (далее - БРС) являются:

- рейтинговая оценка за выполнение отдельного вида работы на занятии,
- процент выполнения отдельного вида работы на занятии,
- рейтинговая оценка за занятие,
- процент выполнения за занятие,
- текущий рейтинг обучающегося по дисциплине,
- семестровый рейтинг обучающегося по дисциплине.

5.2.1. Рейтинговая оценка за выполнение отдельного вида работы на занятии ($RO_{вr_i}$) рассчитывается в баллах.

Рейтинговая оценка за выполнение отдельного вида работы на занятии равна произведению баллов, которые были выставлены обучающемуся за выполнение соответствующего вида работы и весового коэффициента, предусмотренного БРС для этого вида работы:

$$RO_{вr_i} = O_{вr_i} * K_{вr_i} \quad (1)$$

$O_{вr_i}$ - балл за выполнение отдельного вида работы на занятии

$K_{вr_i}$ - весовой коэффициент для соответствующего вида работы.

Максимальная рейтинговая оценка за выполнение отдельного вида работы на занятии ($maxRO_{вr_i}$) равна произведению максимальных баллов, которые установлены за выполнение соответствующего вида работы и весового коэффициента, предусмотренного БРС для этого вида работы:

$$maxRO_{вr_i} = maxO_{вr_i} * K_{вr_i} \quad (2)$$

$maxO_{вr_i}$ - максимальный балл за выполнение отдельного вида работы на занятии.

$K_{вr_i}$ - весовой коэффициент для соответствующего вида работы.

5.2.2. Процент выполнения отдельного вида работы на занятии ($RO_{вr_i}\%$) рассчитывается как отношение баллов, полученных обучающимся за выполнение отдельного вида работы к максимально возможному количеству баллов, которое мог получить обучающийся за этот вид работы:

$$RO_{вr_i}\% = O_{вr_i} / maxO_{вr_i} * 100\% \quad (3)$$

$O_{вr_i}$ - балл за выполнение отдельного вида работы на занятии.

$maxO_{вr_i}$ - максимальный балл за выполнение отдельного вида работы на занятии.

5.2.3. Рейтинговая оценка за занятие (RO_z) рассчитывается в баллах.

Рейтинговая оценка за занятие равна сумме рейтинговых оценок обучающегося за выполнение отдельных видов работы на занятии в баллах:

$$RO_z = RO_{вr_1} + RO_{вr_2} + RO_{вr_3} + \dots \quad (4)$$

Максимальная рейтинговая оценка за занятие ($maxRO_z$) равна сумме максимальных рейтинговых оценок за выполнение отдельных видов работы на занятии в баллах:

$$\max RO_z = \max RO_{vp1} + \max RO_{vp2} + \max RO_{vp3} + \dots \quad (5)$$

5.2.4. Процент выполнения за занятие ($RO_z\%$) рассчитывается как отношение суммы баллов, полученных обучающимся за выполнение отдельных видов работы на занятии к сумме максимальных баллов, установленных за выполнение соответствующих видов работы на занятии:

$$RO_z\% = \frac{\sum(O_{vp_i})}{\sum(\max O_{vp_i})} * 100\% \quad (6)$$

O_{vp_i} – балл за выполнение отдельного вида работы на занятии.

$\max O_{vp_i}$ – максимальный балл за выполнение отдельного вида работы на занятии.

5.2.5. Рейтинговая оценка за занятие, на котором предусмотрено проведение рубежного или итогового контроля, играет важную роль в формировании текущего и семестрового рейтинга обучающегося.

Если процент выполнения за занятие, на котором проводился рубежный или итоговый контроль, составляет 70% и более, то соответствующий контроль признаётся пройденным, а полученные баллы суммируются к текущему и семестровому рейтингу. Если рейтинг обучающегося за занятие, на котором проводился рубежный или итоговый контроль, составляет менее 70%, то соответствующий контроль признаётся не пройденным, а полученные баллы к текущему и семестровому рейтингу не суммируются.

5.2.6. Текущий рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) ($RT\%$) рассчитывается в процентах.

Текущий рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) рассчитывается как отношение суммы рейтинговых оценок обучающегося за все занятия (в баллах) к сумме максимальных рейтинговых оценок за все занятия (в баллах). Текущий рейтинг рассчитывается по всем занятиям семестра, завершённым на текущую дату.

$$RT\% = \frac{(RO_{z1} + RO_{z2} + RO_{z3} + \dots)}{(\max RO_{z1} + \max RO_{z2} + \max RO_{z3} + \dots)} * 100\% \quad (7)$$

RO_{z_i} – сумма рейтинговых оценок обучающегося (в баллах) за все занятия семестра, завершённых на текущую дату, с учетом п.5.2.5;

$\max RO_{z_i}$ – сумма максимальных рейтинговых оценок (в баллах) за все занятия семестра, завершённые на текущую дату.

5.2.7. Семестровый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) ($RC\%$) рассчитывается в процентах.

Семестровый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) рассчитывается как отношение суммы рейтинговых оценок обучающегося за все занятия (в баллах) к сумме максимальных рейтинговых оценок за все занятия (в баллах). Семестровый рейтинг рассчитывается по всем занятиям семестра, включенным в тематический план дисциплины.

$$RC\% = \frac{(RO_{z1} + R_{zO2} + RO_{z3} + \dots)}{(\max RO_{z1} + \max RO_{z2} + \max RO_{z3} + \dots)} * 100\% \quad (8)$$

RO_{z_i} – сумма рейтинговых оценок обучающегося (в баллах) за все занятия семестра, с учетом п.5.2.5;

$\max RO_{z_i}$ – сумма максимальных рейтинговых оценок (в баллах) за все занятия семестра.

На основании семестрового рейтинга и процента выполнения за занятия, на которых предусмотрено проведение рубежного контроля, осуществляется допуск обучающегося к промежуточной аттестации по дисциплине в форме экзамена и

проводится промежуточная аттестация в форме зачёта или защиты курсовой работы.

Допуск обучающегося к промежуточной аттестации в форме экзамена осуществляется при выполнении всех нижеперечисленных условий:

- семестровый рейтинг больше либо равен 70%,
- процент выполнения за каждое занятие, на котором проводился рубежный контроль в семестре, больше либо равен 70%.

6. Организация промежуточной аттестации обучающихся

5 семестр.

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану – зачет.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации: на основании семестрового рейтинга.

6 семестр.

- 1) Форма промежуточной аттестации согласно учебному плану - экзамен.
- 2) Форма организации промежуточной аттестации: устный (письменный) опрос по билетам.

3) Перечень тем, вопросов, практических заданий для подготовки к промежуточной аттестации:

1. Предмет и методы биофизики. Общие закономерности фотобиологических процессов. Электронные переходы в биомолекулах при поглощении света и люминесценции.
2. Количественные закономерности поглощения света биомолекулами. Особенности поглощения света в биологических объектах: влияние неравномерного распределения поглощающих свет молекул и светорассеяния.
3. Особенности поглощения света в биологических объектах: зависимость от ориентации молекул.
4. Количественные закономерности фотолюминесценции в биологических системах. Спектры люминесценции и спектры возбуждения люминесценции биомолекул.
5. Кинетический перенос энергии электронного возбуждения в биологических объектах.
6. Миграция энергии электронного возбуждения в биологических системах.
7. Хемилюминесценция биологических систем.
8. Кинетика фотохимических превращений биомолекул.
9. Спектры действия фотолиза биомолекул и фотобиологических процессов.
10. Механизм действия ультрафиолетового излучения на белки.
11. Механизм действия ультрафиолетового излучения на нуклеиновые кислоты.
12. Механизм действия ультрафиолетового излучения на липиды.
13. Биофизические механизмы фотобиологических процессов в коже. Механизм индукции эритемы кожи ультрафиолетовым излучением.
14. Механизм фотоканцерогенеза в коже под действием ультрафиолетового излучения. Механизм фотосинтеза витамина D₃ в коже.
15. Механизм фотозагара, фотопревращения билирубина в коже при фототерапии желтухи новорожденных.
16. Механизм фоторецепции.
17. Фотофизические стадии зрения у позвоночных, механизм фотосинтеза в галобактериях.
18. Сенсibilизированные фотобиологические процессы.
19. Кинетика фотопревращений псораленов. Реакции фотоприсоединения псораленов к пиримидиновым основаниям. Механизм сенсibilизирующего действия псораленов при фототерапии псориаза.

20. Вклад отечественных ученых в развитие молекулярной биофизики. Сывороточный альбумин человека (САЧ): содержание в крови, основные функции. Этапы транспортной функции белка. Основные физико-химические свойства САЧ: растворимость, молекулярная масса, заряд, изоэлектрическая точка, коэффициент диффузии, вязкость, форма. Структура САЧ.
21. Среднечисленная молекулярная масса. Средневесовая молекулярная масса. Средневязкозиметрическая молекулярная масса. Причина невозможности использования методов криоскопии и эбулиоскопии для измерения молекулярных масс макромолекул.
22. Методы определения молекулярных масс биомолекул: осмометрия, гельхроматография, электрофорез в полиакриламидном геле, рассеяние света, вискозиметрия.
23. Конформационная потенциальная энергия белковых макромолекул. Внутри- и межмолекулярные силы и взаимодействия биомолекул: 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.
24. Уникальные (аномальные) физические свойства воды и их роль в биологических процессах. Модели структуры молекулы воды. Структура льда. Структура жидкой воды. Модели структуры жидкой воды: микрокристаллическая, квазикристаллическая (континуальная) и ассоциативная гипотезы.
25. 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.
26. Первичная структура. Ионизационное равновесие в белках, полярность белковых аминокислотных остатков.
27. Вторичная структура. Распространенность вторичных структур в белках, влияние электростатических сил и гидрофобных взаимодействий на стабильность вторичной структуры полипептидов и белков.
28. 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.
29. Плотность упаковки аминокислотных остатков в молекулах белка. Объем и плотность белков. Динамичность третичной структуры. Анализ и предсказание вторичной и третичной структуры белка по первичной.
30. Физические принципы самоорганизации белковых молекул. "Термодинамическая гипотеза самоорганизации" и экспериментальное подтверждение ее. Стадии самосборки белковых молекул по Птицыну О.Б. Связь между структурным и функциональным подобием. Вырожденность конфигурационной информации. Физическая теория структурной организации белков.
31. Основные положения физической теории. Метод теоретического конформационного анализа. Количественный метод теоретического конформационного анализа пептидов.
32. Четвертичная структура. Анализ числа субъединиц и их взаимного расположения. Стабильность четвертичной структуры белков. Методы предсказания структуры белков, построение молекулярных моделей с помощью ЭВМ.
33. Структура нуклеиновых кислот. Конформационный анализ. Углы вращения остова нуклеиновой кислоты и стерические ограничения. Взаимодействия первого и второго порядка. Силы, стабилизирующие упорядоченные конформации. Типы

- спаривания оснований в кристаллах и в растворе.
34. Стэкинг оснований. Основные силы, обеспечивающие стэкинг-взаимодействия. Третичная структура нуклеиновых кислот.
 35. Структура хроматина.
 36. Инфракрасная спектроскопия (ИКС) полипептидов и белков. Физические основы ИКС. Основные типы колебания атомов в молекулах. Характеристические частоты колебания атомов пептидной группы белков. Анализ спектров поглощения белков в ИК диапазоне. ИК-дихроизм.
 37. Метод дейтерообмена. Анализ вторичной структуры белка методом ИК спектроскопии. Экспериментальное исследование оптической активности полипептидов и белков: ДОВ и КД. Физические основы оптической активности макромолекул.
 38. Метод ДОВ. Оценка степени спиральности белков методом ДОВ: метод Друде, метод Моффита.
 39. Метод КД. Оценка степени спиральности белков методом КД "изодихроичный метод" Рентгеноструктурный анализ белков. Рентгеноструктурный анализ глобулярных белков. Миллеровы плоскости отражения рентгеновских лучей. Закон Брегга-Вульфа.
 40. Понятие обратной кристаллической решетки, векторная форма уравнения Брегга-Вульфа. Структурный фактор. Проблема фаз и метод изоморфного замещения. Определение структурных факторов, вычисление электронной плотности. Создание пространственной модели белков.
 41. Анализ третичной структуры миоглобина, гемоглобина, лизоцима, рибонуклеазы, карбоксипептидазы.
 42. Анализ структуры и функции полипептидов и белков с помощью метода флуоресцентных зондов. Принцип метода. Основные типы флуоресцентных зондов. Параметры поглощения и флуоресценции зондов: положения максимумов поглощения и флуоресценции, полуширина максимума, интенсивность максимума флуоресценции, квантовый выход, время жизни возбужденного состояния, степень поляризации, анизотропия флуоресценции.
 43. Применение метода ИРПЭ флуоресценции для оценки расстояний между парами зондов, связанных с биообъектом. Исследование структуры белков и нуклеиновых кислот. Изучение белок-липидных пространственных взаимоотношений в мембранах с помощью ИРПЭ флуоресценции.
 44. Методы определения вращательной и латеральной диффузии молекул.
 45. Резонансные методы исследования структуры и функции полипептидов и белков: ЯМР, ЭПР. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) высокого разрешения полипептидов белков.
 46. Параметры спектров ЯМР: интенсивность, полуширина, химический сдвиг. Отнесение сигналов в спектре ЯМР белка к определенным аминокислотным остаткам полипептидной цепи. Связь параметров спектра ЯМР с физическими характеристиками молекул.
 47. ЯМР-спектроскопия биологических систем. ^1H , ^{13}C , ^{31}P - ЯМР-спектры белков. Спектры ЯМР нуклеиновых кислот.
 48. Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Физические основы метода. Параметры спектров ЭПР: интенсивность, полуширина. Сверхтонкое взаимодействие. Контактное взаимодействие. Анизотропное сверхтонкое расщепление. ЭПР-спектроскопия металлсодержащих белков.
 49. Метод спиновых меток и зондов. Время корреляции вращательной диффузии, параметр упорядоченности, параметр гидрофобности.
 50. Взаимодействие биомacroмолекул с лигандами в условиях равновесия. Равновесное связывание лигандов с макромолекулами. Типы связывания.

- Взаимодействие между центрами связывания.
51. 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.
 52. Конформационное равновесие в полипептидах и белках: переход спираль-клубок. Конформационная стабильность и конформационные изменения. Термодинамическое описание перехода. Анализ конформационного равновесия простых линейных цепей с помощью статистических сумм. Методы и правила нахождения статистической суммы. Модель перехода спираль-клубок типа "застежка-молния". Описание перехода спираль-клубок и сравнение с экспериментальными данными.
 53. Конформационное равновесие в полипептидах и белках: равновесное сворачивание-разворачивание. Исследования процесса сворачивания белков. Процесс денатурации белков.
 54. Клеточные механизмы контроля за укладкой полипептидной цепи во вновь синтезируемых белках. Участие белков теплового шока (шаперонов) в репарации структуры денатурированных белков. Механизмы удаления поврежденных белков; протеосомы, их строение и пути активации.
 55. Структурные переходы в нуклеиновых кислотах. Структура и стабильность одноцепочечных нуклеиновых кислот. Равновесие между одно- и двухцепочечными структурами. Температура плавления и стабильность. Влияние pH на структуру полинуклеотидов. Гидродинамические исследования плавления двойной спирали. Влияние ионной силы на термостабильность двойной спирали и на плавление полинуклеотидов. Плавление ДНК. Ренатурация комплементарных цепей.
 56. Связывание нуклеиновых кислот с лигандами. Основные механизмы связывания.
 57. Термодинамическая модель самоорганизации белковой молекулы. Нелинейная неравновесная термодинамика. Теория Пригожина: теория диссипативных систем, теория бифуркаций.
 58. Феноменологическая бифуркационная модель самосборки белка.
 59. Физическая теория структурной организации белка. Ближние, средние, дальние внутримолекулярные невалентные взаимодействия. Количественная оценка энергии всех видов взаимодействий белка. Фрагментарный метод теоретического конформационного анализа пептидов и белков. Расчет трехмерной структуры бычьего панкреатического трипсинового ингибитора.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (по периодам освоения образовательной программы) – согласно п. 1.3. настоящей рабочей программы дисциплины (модуля).

7.2. Критерии, показатели и порядок промежуточной аттестации

обучающихся с использованием балльно-рейтинговой системы. Порядок перевода рейтинговой оценки обучающегося в традиционную систему оценок.

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме зачёта

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме зачёта проводится на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестре, в соответствии с расписанием занятий по дисциплине, как правило на последнем занятии.

Время на подготовку к промежуточной аттестации не выделяется.

Критериями успеваемости и успешности обучающегося по итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) в форме зачёта в БРС являются:

- итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (РИ%);
- рейтинговые оценки обучающегося за каждое занятие, на котором предусмотрено проведение рубежного (модульного) контроля.

Итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (РИ%), по которой согласно учебному плану образовательной программы промежуточная аттестация обучающихся проводится в форме зачёта, равен семестровому рейтингу.

$$РИ\% = RC\%$$

RC% - семестровый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) см. формулу (8) в пункте 5.2.7. Семестровый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (RC%) раздела 5.2. Порядок текущего контроля успеваемости обучающихся (критерии, показатели и порядок текущего контроля успеваемости обучающихся).

Итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) измеряется в процентах.

Итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) переводится в традиционную шкалу оценок «зачтено», «не зачтено».

Оценка обучающемуся «зачтено» по итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется при выполнении всех нижеперечисленных условий:

- итоговый рейтинг обучающегося (РИ%) находится в пределах от 70% до 100%;
- процент выполнения (ROз%) за каждое занятие, на котором проводился рубежный (модульный) контроль в семестре, равен 70% или более.

ROз% - процент выполнения за занятие. См. формулу (6) в пункте 5.2.4. раздела 5.2. Порядок текущего контроля успеваемости обучающихся (критерии, показатели и порядок текущего контроля успеваемости обучающихся).

Оценка обучающемуся «не зачтено» выставляется при невыполнении хотя бы одного из вышеперечисленных условий.

Оценка «зачтено» выставляется в зачётную ведомость или в экзаменационный (зачётный) лист, а также в зачётную книжку.

Оценка «не зачтено» выставляется в зачётную ведомость или в экзаменационный (зачётный) лист.

Порядок промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине (модулю) в форме экзамена:

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме экзамена организуется в период экзаменационной сессии согласно расписанию экзаменов, на основании результатов текущего контроля успеваемости обучающегося в семестрах, в

которых преподавалась дисциплина (модуль) и результатов экзаменационного испытания.

Допуск обучающегося к промежуточной аттестации в форме экзамена осуществляется при выполнении всех нижеперечисленных условий:

- семестровый рейтинг за каждый семестр, в котором изучалась дисциплина, равен 70% или превышает его;

- процент выполнения за каждое занятие, на котором проводился рубежный контроль в семестрах, равен 70% или более.

Критерием успеваемости и успешности обучающегося по итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) в форме экзамена является итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (РИ%).

Итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (РИ%), по которой промежуточная аттестация обучающихся проводится в форме экзамена, рассчитывается как сумма двух параметров с учетом экзаменационного коэффициента (Кэ). Первый параметр - рейтинг обучающегося за выполнение заданий на экзамене (Рэ), второй - экзаменационный семестровый рейтинг обучающегося за все семестры изучения дисциплины (РЭсд).

Итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (РИ%) измеряется в процентах и не превышает 100%

$$РИ\% = Кэ * Рэ + (1 - Кэ) * РЭсд \quad (10)$$

Рэ – рейтинг обучающегося за выполнение заданий на экзамене.

РЭсд – экзаменационный семестровый рейтинг обучающегося за все семестры изучения дисциплины.

Кэ – экзаменационный коэффициент.

Экзаменационный коэффициент (Кэ) устанавливается равным 0.3.

Экзаменационный коэффициент (Кэ) распределяет веса экзаменационного семестрового рейтинга и рейтинга выполнения заданий на экзамене.

Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины устанавливается равным 0.7.

Рейтинг обучающегося за выполнение заданий на экзамене (Рэ%) определяется как отношение рейтинговой оценки обучающегося за экзамен к максимальной рейтинговой оценке за экзамен и измеряется в процентах

$$Рэ = ROэ / \max Oэ * 100\% \quad (11)$$

ROэ – рейтинговая оценка обучающегося за экзамен выставляется в баллах и определяется как сумма баллов за отдельные виды работы на экзамене (Oврэі) (тестирование, устный опрос по билету, выполнение практических заданий и др.) с учетом коэффициентов.

$$ROэ = Oврэ1 * Kврэ1 + Oврэ2 * Kврэ2 + Oврэ3 * Kврэ3 + \dots \quad (12)$$

Oврэі - баллы за прохождение отдельного вида работы на экзамене.

Kврэі - весовой коэффициент для соответствующего вида работы на экзамене.

maxROэ - максимальная рейтинговая оценка за экзамен определяется как сумма максимальных баллов, установленных за отдельные виды работы на экзамене (maxOврэі) (тестирование, устный опрос по билету, выполнение практических заданий и др.) с учетом коэффициентов.

$$\max ROэ = \max Oврэ1 * Kврэ1 + \max Oврэ2 * Kврэ2 \dots \quad (13)$$

maxOврэі – максимальные баллы, установленные за отдельный вид работы на экзамене.

Kврэі - весовой коэффициент для соответствующего вида работы на экзамене.

Если обучающийся на экзамене демонстрирует отличные знания и умения, то преподаватель или экзаменационная комиссия могут оценить выполнение обучающимся заданий на экзамене ($R\%$) более высокой оценкой, чем это предусмотрено условиями выставления оценки за экзамен. Иными словами, экзаменатор или экзаменационная комиссия могут оценить работу обучающегося на экзамене оценкой «пять с плюсом».

Такая возможность в АОС Университета возникает у преподавателя или экзаменационной комиссии, если на экзамене:

- процент выполнения тестового контроля не ниже 90%
- и процент выполнения иных видов работ (контроль устный, контроль письменный и другие) - 100%

В этом случае преподаватель или экзаменационная комиссия могут увеличить значение рейтинга обучающегося за выполнение заданий на экзамене на 2% и соответственно, повысить значение итогового рейтинга по дисциплине.

Выставление более высокой оценки за выполнение заданий на экзамене может повлиять на итоговую оценку обучающегося по дисциплине в сторону её увеличения. Таким образом, у преподавателя или экзаменационной комиссии возникает возможность повысить итоговую оценку по дисциплине до оценки «хорошо» или «отлично».

Если обучающийся на экзамене демонстрирует очень слабые знания и умения, то преподаватель или экзаменационная комиссия могут оценить выполнение обучающимся заданий на экзамене ($R\%$) более низкой оценкой, чем это предусмотрено условиями выставления оценки за экзамен. Иными словами, экзаменатор или экзаменационная комиссия могут оценить работу обучающегося на экзамене оценкой «удовлетворительно с минусом».

Такая возможность в АОС Университета возникает у преподавателя или экзаменационной комиссии, если рейтинг обучающегося за выполнение заданий на экзамене ($R\%$), умноженный на коэффициент 0,3, имеет значение от 23% до 21% включительно. В этом случае преподаватель или экзаменационная комиссия могут уменьшить значение рейтинга обучающегося за выполнение заданий на экзамене на 2% и соответственно, понизить значение итогового рейтинга по дисциплине.

Выставление более низкой оценки за выполнение заданий на экзамене может повлиять на итоговую оценку обучающегося по дисциплине в сторону её снижения. Таким образом, у преподавателя или экзаменационной комиссии возникает возможность понизить итоговую оценку по дисциплине до оценки «хорошо» или «удовлетворительно».

Экзаменационный семестровый рейтинг обучающегося за все семестры изучения дисциплины ($R_{Эсд}$) определяется как сумма семестровых рейтингов обучающегося по дисциплине (модулю) за соответствующий семестр с учетом коэффициента трудоемкости семестра

$$R_{Эсд} = R_{сд1} * K_{рос1} + R_{сд2} * K_{рос2} + R_{сд3} * K_{рос3} + \dots \quad (14)$$

$RC\%$ - семестровый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) см. формулу (8) в пункте 5.2.7. Семестровый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) ($RC\%$) раздела 5.2.

Порядок текущего контроля успеваемости обучающихся (критерии, показатели и порядок текущего контроля успеваемости обучающихся).

$K_{росi}$ - весовой коэффициент семестровой рейтинговой оценки для соответствующего семестра.

$$K_{росi} = T_{дci} / T_{д} \quad (15)$$

$T_{дci}$ – трудоемкость дисциплины в семестре.

$T_{д}$ - трудоемкость дисциплины за весь период ее изучения.

Под трудоёмкостью дисциплины в семестре (Тдсі) следует понимать суммарное количество часов, отведённое дисциплине в семестре, за вычетом часов, отведённых на подготовку и сдачу экзамена (если экзамен предусмотрен в семестре по учебному плану).

Под трудоёмкостью дисциплины за весь период её изучения (Тд) следует понимать суммарное количество часов, отведённое на дисциплину по учебному плану (во всех семестрах), за вычетом часов, отведённых на подготовку и сдачу экзамена (экзаменов).

Для студентов, которые обучались в университете (были восстановлены или переведены с другого факультета) и имели семестровый рейтинг по дисциплине (за семестры, входящие в расчет итогового рейтинга) вводятся имеющиеся в системе значения семестрового рейтинга.

Для студентов, зачисленных в порядке перевода и не имевших семестрового рейтинга в университете за предыдущие семестры, вводятся значения семестрового рейтинга последнего семестра.

Условные обозначения:

Типы контроля (ТК)**

Типы контроля		Тип оценки	
Присутствие	П	наличие события	
Выполнение (обязательный контроль)	В	дифференцированный	

Структура итогового рейтинга по дисциплине
(заполняется идентично БРС)

Дисциплина			
Направление подготовки			
Семестры			
Трудоемкость семестров в часах (Тдсі)			
Трудоемкость дисциплины в часах за весь период ее изучения (Тд)			
Весовые коэффициенты семестровой рейтинговой оценки с учетом трудоемкости (Кросі)			
Коэффициент экзаменационного семестрового рейтинга за все семестры изучения дисциплины			
Экзаменационный коэффициент (Кэ)			

Структура промежуточной аттестации в форме экзамена

Форма промежуточной аттестации	Формы текущего контроля успеваемости/виды работы *		ТК**	Мах.	Весовой коэффициент, %	Коэффициент одного балла в структуре экзаменационной рейтинговой оценки	Коэффициент одного балла в структуре итогового рейтинга по дисциплине
Экзамен (Э)	Контроль присутствия	П	П	1			
	Опрос устный	ОУ	В	30			
	Опрос письменный	ОП	В	30			

Итоговый рейтинг обучающегося по дисциплине (модулю) (РИ%) переводится в традиционную шкалу оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» в следующем порядке:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг по дисциплине (модулю) (РИ%) находится в пределах от 90% до 100%;
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг по дисциплине (модулю) (РИ%) находится в пределах от 80% до 89.99%;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если итоговый рейтинг по дисциплине (модулю) (РИ%) находится в пределах от 70% до 79.99%;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если итоговый

рейтинг по дисциплине (модулю) (РИ%) находится в пределах от 0% до 69.99%.

Положительные результаты прохождения обучающимися промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) - оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» - заносятся в экзаменационную ведомость (экзаменационный (зачётный) лист) и в зачетную книжку обучающегося.

Неудовлетворительные результаты промежуточной аттестации обучающихся - оценка «неудовлетворительно» заносятся в экзаменационную ведомость или в экзаменационный (зачётный) лист.

Если обучающийся на экзамен не явился, в экзаменационной ведомости (в экзаменационном (зачётном) листе) делается отметка «неявка».

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для проведения промежуточной аттестации

Экзаменационный билет для проведения экзамена по дисциплине «общая и медицинская биофизика» по направлению подготовки (специальности) «медицинская биохимия»:

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)

Кафедра общей и медицинской биофизики МБФ

Экзаменационный билет № 1

*для проведения экзамена по дисциплине «общая и медицинская биофизика»
по направлению подготовки (специальности) «медицинская биохимия»*

- 1.
- 2.
- 3.

Заведующий кафедрой

профессор Батищев О.В.

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Обучение дисциплины «Общая и медицинская биофизика» складывается из аудиторных занятий, включающих лекционный курс, практические и лабораторно-практические занятия, а также самостоятельной работы.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с календарным планом дисциплины и посвящены теоретической части дисциплины.

Лекционные занятия проводятся на кафедре с использованием демонстрационного материала в виде слайдов, учебных фильмов.

Каждое лабораторно-практическое занятие начинается с входного контроля, направленного на оценку знаний, полученных студентом в процессе лекционного занятия и самостоятельной работы при подготовке к занятию.

Лабораторно-практические занятия проходят в учебных аудиториях и учебных лабораториях. На лабораторно-практических занятиях используются следующие активные и интерактивные учебные технологии:

- изучение механизма и принципа работы биофизического оборудования;
- изучение механизма и принципа работы аналитического оборудования;
- разбор конкретных примеров;

Все выполненные задания, процедуры, расчеты, произведенные студентом в процессе лабораторно-практического занятия, подробно описываются и оформляются надлежащим образом в тетради-дневнике по дисциплине. В конце занятия преподаватель проверяет оформление дневника.

В процессе лабораторно-практического занятия студент оформляет тетрадь в форме дневника, где указывает, дату, тему занятия, оформляет теоретическую и практическую информацию по изучаемой теме, выполняет задания в соответствии с соответствующими методическими указаниями.

Самостоятельная работа обучающихся подразумевает подготовку к практическим занятиям и включает изучение специальной литературы по теме (рекомендованные учебники, методические пособия, желательны также ознакомление с материалами, опубликованными в монографиях, специализированных журналах, на рекомендованных медицинских сайтах).

В ходе изучения дисциплины знания студента контролируются в форме текущего и рубежного (модульного) контроля.

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

9.1. Основная и дополнительная литература по дисциплине (модулю):

9.1.1. Основная литература:

№ п/п	Наименование	Автор	Год и место издания	Используется при изучении и разделе в (тем)	Семестр	Наличие литературы	
						В библиотеке	
1	2	3	4	5	6	Кол. экз.	Электр. адрес ресурса
1	Биофизика. В 3-х томах. Том 1. Теоретическая биофизика.	А.Б. Рубин	М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013.- 472 с.	1,4	5,6		
2	Биофизика. В 3-х томах. Том 2. Биофизика клеточных процессов.	А.Б. Рубин	М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013.-	2,5	5,6		

	Биофизика мембранных процессов..		384 с.				
3	Биофизика. В 3-х томах. Том 3. Биофизика клеточных процессов. Механизмы первичных фотобиологических процессов.	А.Б. Рубин	М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013.- 384 с.	3,6	5,6		
4	Лекции по медицинской биофизике. Учебное пособие.	Ю.А.Владимиров, Е.В. Проскурнина	М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. – 432 с.	1-8	5,6		
5	Биофизика органов. Учебное пособие.	Д.И. Рощупкин, Е.Е. Фесенко, В.И. Новосёлов	М.: Наука, 2000. – 255 с.	7	5,6		
6	Основы фотобиофизики. Учебное пособие	Д.И. Рощупкин, В.Г. Артюхов	Воронеж: ВГУ, 1997. – 116 с.	6	5,6		
7	Физико-химические основы фотобиологических процессов. Учебник для вузов.	Ю.А. Владимиров, А.Я. Потапенко	М.: Дрофа, 2006. – 285 с.	3,6	5,6		

9.1.2. Дополнительная литература:

№ п/п	Наименование	Автор	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Наличие доп. литературы			
						В библиотеке		На кафедре	
						Кол. экз.	Электр. адрес ресурса	Кол. экз.	В т.ч. в электр. виде
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Методы в молекулярной биофизике. Структура. Функция. Динамика. Учебное пособие. В 2-х томах. Том 1.	И. Сердюк, Н. Заккаи, Дж. Заккаи	М.: КДУ, 2009. – 568 с.	1-4	5,6				
2	Методы в молекулярной биофизике. Структура. Функция. Динамика. Учебное пособие. В 2-х томах. Том 2.	И. Сердюк, Н. Заккаи, Дж. Заккаи	М.: КДУ, 2010. – 736 с.	1-4	5,6				
3	Молекулярная и клеточная биофизика.	М.Б. Джаксон	М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 551с.	1-5	5,6				
4	Основы флуоресцентной спектроскопии	Лакович Дж.	М.:Мир, 1986. - 496с.	1-4, 6	5,6				
5	Медицинская биофизика: учебник для вузов	Самойлов В.О.	СПб.:СпецЛит, 2013. – 591с.	5-8	5,6				
6	Физика организма	Герман И.	Долгопрудный:	7	5,6				

	человека		Издательский дом «Интеллект», 2011. – 992 с.						
7	Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников.	Стивен Смит	М.: Додека-XXI, 2012. - 720 с.	5-8	5,6				
8	Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход.	Рангайян Р.М.	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 440 с.	5-8	5,6				

Книгообеспеченность образовательной программы представлена по ссылке <https://rsmu.ru/library/resources/knigoobespechennost/>

9.2. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины, профессиональные базы данных:

1. Электронная библиотечная система РНИМУ <https://library.rsmu.ru/resources/e-lib/els/>
2. Консультант студента <https://www.studentlibrary.ru/>
3. ЭБС «Айбукс» <https://ibooks.ru/>
4. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com/>
5. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
6. ЭБС «IPR BOOKS» <https://www.iprbookshop.ru/>
7. ЭБС «Букап» <https://www.books-up.ru/>
8. «Pub Med» <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
9. «Scopus» <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic&zone=header&origin=#basic>
10. «Web of Science» <https://clarivate.com/>
11. Wiley Online Library <https://onlinelibrary.wiley.com/>
12. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
13. Российская национальная библиотека <https://nlr.ru/>
14. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
15. Руководство по медицине - Oxford Medical Handbook online-ОМНО (<http://oxfordjournals.org>).

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

1. Автоматизированная образовательная среда университета.
2. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе Университета.
3. Программное обеспечение Microsoft Office (<https://www.microsoft.com/>) или LibreOffice (<https://www.libreoffice.org/>).

4. Программное обеспечение PowerGraph Professional (<http://powergraph.ru/>).
5. Программное обеспечение Kinetic Analyser (<http://powergraph.ru/>).
6. Программное обеспечение National Instruments LabVIEW (<https://www.ni.com/>).
7. Программное обеспечение ADInstruments LabChart (<https://www.adinstruments.com/>).

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

1. Компьютеры с необходимым программным обеспечением.
2. Мультимедиа-проекторы.
3. Устройства сбора данных на компьютер с датчиками.
4. Специальное оборудование: спектрофотометры, спектрофлуориметры, хемилюминометры.
5. Общелабораторное оборудование: аналитические весы, рН-метр, центрифуга, холодильник, термостат, дистиллятор, автоматические пипетки, штативы.
6. Расходные материалы: пробирки, наконечники, лабораторная посуда.

Приложения:

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине.
2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Заведующий кафедрой

Батищев О.В.