

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский
университет имени Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ФГАОУ ВО РНИМУ им Н.И.Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)**

Институт биомедицины (МБФ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института

Прохорчук Егор Борисович

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б.1.О.28 Общая биофизика
для образовательной программы высшего образования - программы специалитета
по специальности
30.05.02 Медицинская биофизика
направленность (профиль)
Медицинская биофизика
Год начала подготовки - 2024**

Настоящая рабочая программа дисциплины Б.1.О.28 Общая биофизика (далее – рабочая программа дисциплины) является частью программы специалитета по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика.

Направленность (профиль): Медицинская биофизика.

Форма обучения: очная.

Составители:

№, п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Батищев Олег Вячеславович	д.ф.-м.н., профессор	заведующий кафедрой	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
2	Аносов Александр Константинович	к.б.н., доцент	доцент	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
3	Рощупкин Дмитрий Иванович	д.б.н., профессор	профессор	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)
4	Степанов Герман Олегович	к.б.н., доцент	доцент	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рекомендована к утверждению рецензентами:

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Учёная степень, звание	Должность	Место работы
1	Кягова Алла Анатольевна	д.м.н., профессор	профессор	ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

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

Зав. кафедрой

Батищев Олег Вячеславович
Доктор физико-математических наук, Доцент

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена ученым советом

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

Директор Института

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

Нормативно-правовые основы разработки и реализации рабочей программы дисциплины:

1. Образовательный стандарт высшего образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации по уровню образования специалитет по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика, утвержденный приказом от «29» мая 2020г. № 365 рук.
2. Устав и локальные нормативные акты Университета.
3. Общая характеристика образовательной программы.
4. Учебный план образовательной программы.

1. Общие положения

1.1. Цель и задачи освоения дисциплины

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

1.1.2. Задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

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

1.2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Общая биофизика» изучается в 5, 6 семестре(ах) и относится к обязательной части Блока Б.1 «Дисциплины». Является обязательной дисциплиной.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9.0 з.е.

Для успешного освоения настоящей дисциплины обучающиеся в рамках образовательной программы должны освоить следующие дисциплины и практики: Оптика, атомная физика; Физиология; Теория вероятности и математическая статистика; Физическая химия; Высшая математика; Механика, электричество; Органическая химия; Иностранный язык; Введение в специальность.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного освоения дисциплин: Лучевая диагностика; Молекулярная фармакология; Медицинская биофизика; Общая и медицинская радиобиология, радиационная гигиена; Иммунология.

Знания, умения и опыт практической деятельности, приобретенные при освоении настоящей дисциплины, необходимы для успешного прохождения практик: Преддипломная, НИР.

1.3. Планируемые результаты освоения дисциплины

5 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	
ОПК-1.ИД1 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач	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
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
ПК-3 Способен проводить научные исследования в области медицины и биологии	
ПК-3.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области медицины и биологии	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-3.ИД2 Проводит исследования, наблюдения, эксперименты, измерения для проверки гипотез в области медицины и биологии	Знать: основные направления научных исследований в областях квантовой и молекулярной биофизики.
	Уметь: формулировать задачи исследований в областях квантовой и молекулярной биофизики.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): навыками детального и поэтапного планирования исследования, документирования и анализа полученных результатов.

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-3.ИД3 Формулирует выводы по итогам исследований, наблюдений, экспериментов, измерений в области медицины и биологии.	Знать: основы системного подхода для изучения молекулярно-биологических процессов на молекулярном уровне.
	Уметь: обобщать собственные экспериментальные результаты, формулировать новые идеи и выводы, генерировать гипотезы, объясняющие природу и механизмы молекулярно-биологических процессов на молекулярном уровне.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): владеть навыками изучения молекулярно-биологических процессов, опираясь на комплекс экспериментальных, естественнонаучных и статистических методов.
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
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	

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
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, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	Знать: методы логического и аналитического рассмотрения информации
	Уметь: проводить анализ результатов экспериментальной исследовательской деятельности.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): формулирования выводов и заключений на основании полученной информации

6 семестр

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	
ОПК-1.ИД1 Применяет фундаментальные естественнонаучные знания для решения профессиональных задач	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
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
ПК-3 Способен проводить научные исследования в области медицины и биологии	

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-3.ИД1 Собирает и обрабатывает научную и научно-техническую информацию, в результате чего формулирует проверяемые гипотезы в области медицины и биологии	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 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
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	

Код и наименование компетенции	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины
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, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта	Знать: методы логического и аналитического рассмотрения информации
	Уметь: проводить анализ результатов экспериментальной исследовательской деятельности.
	Владеть практическим опытом (трудовыми действиями): формулирования выводов и заключений на основании полученной информации

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	
			5	6
Учебные занятия				
Контактная работа обучающихся с преподавателем в семестре (КРО), в т.ч.:		161	79	82
Семинарское занятие (СЗ)		39	18	21
Лекционное занятие (ЛЗ)		36	18	18
Лабораторно-практическое занятие (ЛПЗ)		80	40	40
Коллоквиум (К)		6	3	3
Самостоятельная работа обучающихся в семестре (СРО), в т.ч.:		124	62	62
Подготовка к учебным аудиторным занятиям		124	62	62
Промежуточная аттестация:				
Контактная работа обучающихся в ходе промежуточной аттестации (КРПА), в т.ч.:		12	3	9
Зачет (З)*		3	3	0
Экзамен (Э)**		9	0	9
Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к промежуточной аттестации (СРПА)**		27	0	27
Общая трудоемкость дисциплины (ОТД)	в часах: ОТД = КРО+СРО+КРПА+СРПА	324	144	180
	в зачетных единицах: ОТД (в часах): 36	9,00	4,00	5,00

* Время для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта выделяется в рамках контактной работы (ДВЗ) Проведение промежуточной аттестации в форме зачёта организуется в соответствии с расписанием занятий.

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

3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание разделов, тем дисциплины

5 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Квантовая биофизика			
1	ОПК-1.ИД1, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-2.ИД1, УК-2.ИД2, УК-2.ИД5, ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ПК-7.ИД1, ПК-7.ИД2, ПК-7.ИД3	Тема 1. Квантовая биофизика	Предмет и методы биофизики; разделы биофизики. Общие закономерности фотобиологических процессов; прямые и фотосенсибилизированные процессы. Электронные переходы в биомолекулах при поглощении света и люминесценции. Количественные закономерности поглощения света биомолекулами. Особенности поглощения света в биологических объектах: влияние неравномерного распределения поглощающих свет молекул и светорассеяния. Количественные закономерности фотолюминесценции в биологических системах. Спектры фотолюминесценции биомолекул и спектры ее возбуждения. Кинетический перенос энергии электронного возбуждения в биологических объектах, анализ процесса при фотодинамической терапии. Миграция энергии электронного возбуждения в биологических системах. Биолюминесценция и биокемиллюминесценция биологических систем. Кинетика фотохимических превращений биомолекул. Спектры действия фотопревращений биомолекул и фотобиологических процессов. Механизм действия ультрафиолетового излучения на белки, липиды и нуклеиновые кислоты. Биофизические механизмы фотобиологических процессов в коже, вызываемых ультрафиолетовым излучением: эритема, фотосинтез витамина D3, фотоканцерогенез. Начальные биофизические стадии фотосинтеза в зеленых растениях. Современные компьютерные способы обработки биофизических экспериментальных данных, получаемых в виде сложных количественных зависимостей.

6 семестр

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
Раздел 1. Молекулярная биофизика			
1	ОПК-1.ИД1, ПК-3.ИД1, ПК-3.ИД2, ПК-3.ИД3, УК-1.ИД1, УК-1.ИД2, УК-2.ИД1, УК-2.ИД2, УК-2.ИД5, ОПК-6.ИД1, ОПК-6.ИД2, ПК-7.ИД1, ПК-7.ИД2, ПК-7.ИД3	Тема 1. Молекулярная биофизика	Предмет и методы молекулярной биофизики. История развития. 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. Среднечисленная молекулярная масса. Средневесовая молекулярная масса. Средневязкозиметрическая молекулярная масса. Причина невозможности использования методов криоскопии и эбулиоскопии для измерения молекулярных масс макромолекул. Методы определения молекулярных масс биомacroмолекул: осмометрия, гельхроматография, электрофорез в полиакриламидном геле, рассеяние света, вискозиметрия. Конформационная потенциальная энергия белковых макромолекул. Внутри- и межмолекулярные силы и взаимодействия биомacroмолекул: кулоновское взаимодействие, иондипольные взаимодействия, вандерваальсовы силы, водородные силы, стерические силы (силы деформации и напряжения валентных связей и углов, силы заторможенности вращения пептидных групп вокруг простых связей). Гидрофобное взаимодействие. Уникальные (аномальные) физические свойства воды и их роль в биологических процессах. Модели структуры молекулы воды. Структура льда. Структура жидкой воды. Модели структуры жидкой воды: микрористаллическая, квазикристаллическая (континуальная) и ассоциативная гипотезы. Структура воды в растворах. Ионные растворы. Кинетический и термодинамический подходы для описания сольватации ионов в растворах. Общая модель структуры воды в ионных растворах. Структура раствора неполярных молекул: гидрофобное взаимодействие. Первичная структура.

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
			Ионизационное равновесие в белках, полярность белковых аминокислотных остатков. Вторичная структура. Распространенность вторичных структур в белках, влияние электростатических сил и гидрофобных взаимодействий на стабильность вторичной структуры полипептидов и белков. Третичная структура. Термодинамическая модель структурной организации белков. Макромолекулярная организация глобулярных белков. "Капельная" модель Бреслера и Талмуда. "Сферическая" модель Фишера. Анализ третичной структуры белка по Фишеру. Плотность упаковки аминокислотных остатков в молекулах белка. Объем и плотность белков. Динамичность третичной структуры. Анализ и предсказание вторичной и третичной структуры белка по первичной. Физические принципы самоорганизации белковых молекул. "Термодинамическая гипотеза самоорганизации" и экспериментальное подтверждение ее. Стадии самосборки белковых молекул по Птицыну О.Б. Связь между структурным и функциональным подобием. Врожденность конфигурационной информации. Физическая теория структурной организации белков. Основные положения физической теории. Метод теоретического конформационного анализа. Количественный метод теоретического конформационного анализа пептидов. Четвертичная структура. Анализ числа субъединиц и их взаимного расположения. Стабильность четвертичной структуры белков. Методы предсказания структуры белков, построение молекулярных моделей с помощью ЭВМ. Структура нуклеиновых кислот. 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. Стэкинг оснований. Основные силы, обеспечивающие стэкинг-взаимодействия. Третичная структура нуклеиновых кислот. Структура хроматина. 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. Метод дейтерообмена. Анализ вторичной структуры белка методом ИК спектроскопии. Экспериментальное исследование оптической активности полипептидов и белков: ДОВ и КД. Физические основы оптической активности макромолекул. Метод ДОВ. Оценка степени спиральности белков методом ДОВ: метод Друде, метод Моффита. 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. 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. Анализ третичной структуры миоглобина, гемоглобина, лизоцима, рибонуклеазы, карбоксипептидазы. 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. 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. Методы определения вращательной и латеральной диффузии молекул. Резонансные методы исследования структуры и функции полипептидов и белков: ЯМР, ЭПР. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) высокого разрешения полипептидов белков. 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

№ п /п	Шифр компетенции	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание раздела и темы в дидактических единицах
			молекул. ЯМР-спектроскопия биологических систем. ^1H, ^{13}C, ^{31}P - ЯМР-спектры белков. Спектры ЯМР нуклеиновых кислот. Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Физические основы метода. Параметры спектров ЭПР: интенсивность, полуширина. Сверхтонкое взаимодействие. Контактное взаимодействие. Анизотропное сверхтонкое расщепление. ЭПР-спектроскопия металлсодержащих белков. Метод спиновых меток и зондов. Время корреляции вращательной диффузии, параметр упорядоченности, параметр гидрофобности. Метод спиновых ловушек: основные принципы и практическое использование. Применение метода ЭПР в медико-биологических исследованиях. Магнитная резонансная томография: физические основы. Использование метода МРТ в биологии и медицине. Другие виды томографии: КТ, ПЭТ, ангиография. Взаимодействие биомакромолекул с лигандами в условиях равновесия. Равновесное связывание лигандов с макромолекулами. Типы связывания. Взаимодействие между центрами связывания. Кооперативное связывание кислорода гемоглобином. Кривая оксигенации. Анализ равновесия связывания кислорода. Константа Хилла и энергия взаимодействия гем-гем. Эффект Бора. Взаимодействие двуокиси углерода с гемоглобином. Связь между структурой и механизмом функционирования гемоглобина. 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. Конформационное равновесие в полипептидах и белках: равновесное сворачивание-разворачивание. Исследования процесса сворачивания белков. Процесс денатурации белков. 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. 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. Связывание нуклеиновых кислот с лигандами. Основные механизмы связывания. Термодинамическая модель самоорганизации белковой молекулы. Нелинейная неравновесная термодинамика. Теория Пригожина; теория диссипативных систем, теория бифуркаций. Феноменологическая бифуркационная модель самосборки белка. 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 трипсина ингибитора.

3.2. Перечень разделов, тем дисциплины для самостоятельного изучения обучающимися

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

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

№ п/п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОК	РЗ	ЛР	ПКН
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5 семестр									
Раздел 1. Квантовая биофизика									
Тема 1. Квантовая биофизика									
1	ЛЗ	Предмет и методы биофизики. Общие закономерности фотобиологических поглощений света и люминесценции. Особенности поглощения света в биологических объектах.	2	Д	1	1			
2	ЛЗ	Количественные закономерности фотолюминесценции в биологических системах. Спектры люминесценции и спектры возбуждения. Хемилюминесценция биологических систем.	2	Д	1	1			
3	ЛЗ	Кинетика фотохимических превращений биомолекул. Спектры действия фотолиза биомолекул и фотобиологических процессов.	2	Д	1	1			
4	ЛЗ	Механизм действия ультрафиолетового излучения на белки. Механизм действия ультрафиолетового излучения на нуклеиновые кислоты.	2	Д	1	1			
5	ЛЗ	Механизм действия ультрафиолетового излучения на липиды.	2	Д	1	1			
6	ЛЗ	Биофизические механизмы фотобиологических процессов в коже. Механизм индукции эритемы кожи ультрафиолетовым излучением.	2	Д	1	1			
7	ЛЗ	Механизм фотоканцерогенеза в коже под действием ультрафиолетового излучения. Механизм фотосинтеза витамина D3 в коже.	2	Д	1	1			
8	ЛЗ	Механизм фотозагара, фотопревращения билирубина в коже при фототерапии желтухи новорожденных. Механизм фоторецепции.	2	Д	1	1			
9	СЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Вводное занятие.	3	Т	1	1			1
10	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Методы обработки результатов биофизических измерений.	3	Т	1	1	1	1	1
11	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Методы обработки результатов биофизических измерений. Продолжение.	3	Т	1	1	1	1	1
12	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 1.	3	Т	1	1	1	1	1
13	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 1. Продолжение.	3	Т	1	1	1	1	1
14	СЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 1. Защита результатов.	3	Т	1	1	1	1	1
15	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 2.	4	Т	1	1	1	1	1
16	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 2. Продолжение.	4	Т	1	1	1	1	1
17	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 3.	4	Т	1	1	1	1	1
18	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 3. Продолжение.	4	Т	1	1	1	1	1
19	СЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 3. Защита результатов.	3	Т	1	1	1	1	1

№ п /п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОК	РЗ	ЛР	ПКН
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 4.	3	Т	1	1	1	1	1
21	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 4. Продолжение.	3	Т	1	1	1	1	1
22	СЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 4. Защита результатов.	3	Т	1	1	1	1	1
23	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 5.	3	Т	1	1	1	1	1
24	ЛПЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 5. Продолжение.	3	Т	1	1	1	1	1
25	СЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 5. Защита результатов.	3	Т	1	1	1	1	1
26	СЗ	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 2. Защита результатов.	3	Т	1	1	1	1	1
27	ЛЗ	Квантовая биофизика	2	Д	1	1	1	1	1
28	К	Спектральные методы исследования в биологии и медицине (практикум). Методы обработки результатов биофизических измерений. Контрольная работа.	3	Р	1	1	1	1	1
29	З	Зачет	3	ПА	1	1			
		Всего в семестре	82		28	28	19	19	20
6 семестр									
Раздел 1. Молекулярная биофизика									
Тема 1. Молекулярная биофизика									
30	ЛЗ	Предмет и методы молекулярной биофизики. Вклад отечественных ученых в развитие молекулярной биофизики.	2	Д	1	1	1	1	1
31	ЛЗ	Структура белка. Расчет потенциальной энергии в белках. Потенциал Леннард-Джонса.	2	Д	1	1	1	1	1
32	ЛЗ	Белковая кристаллография. Индексы рефлекса. Элементарная ячейка. Выращивание белковых кристаллов.	2	Д	1	1	1	1	1
33	ЛЗ	Закон Брегга-Вульфа. Уравнение (ограничение) Лауэ. Вектор рассеяния.	2	Д	1	1	1	1	1
34	ЛЗ	Обратное пространство. Структурный фактор. Уравнение электронной плотности. Построение Харкера. Структура воды в растворах.	2	Д	1	1	1	1	1
35	ЛЗ	Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР). Физические принципы. Медико-биологическое применение.	2	Д	1	1	1	1	1
36	ЛЗ	ЯМР и МРТ. Физические принципы. Медико- биологическое и клиническое применение.	3	Д	1	1	1	1	1
37	ЛЗ	Терагерцовая спектроскопия белков. Физические основы. Применение для оценки структуры белков.	3	Д	1	1	1	1	1
38	СЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Вводное занятие.	3	Т	1	1	1	1	1
39	ЛПЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 1.	4	Т	1	1	1	1	1
40	ЛПЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 1. Продолжение.	4	Т	1	1	1	1	1
41	СЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 1. Защита результатов.	4	Т	1	1	1	1	1
42	ЛПЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 2.	4	Т	1	1	1	1	1

№ п /п	Виды учебных занятий*	Период обучения (семестр). Порядковые номера и наименования разделов (при наличии), тем, учебных занятий	Количество часов контактной работы	Виды текущего контроля успеваемости**	Формы проведения текущего контроля успеваемости***				
					КП	ОК	РЗ	ЛР	ПКН
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
43	ЛПЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 2. Продолжение.	4	Т	1	1	1	1	1
44	СЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 2. Защита результатов.	3	Т	1	1	1	1	1
45	ЛПЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 3.	4	Т	1	1	1	1	1
46	ЛПЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 3. Продолжение.	4	Т	1	1	1	1	1
47	СЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 3. Защита результатов.	4	Т	1	1	1	1	1
48	ЛПЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 4.	4	Т	1	1	1	1	1
49	ЛПЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 4. Продолжение.	4	Т	1	1	1	1	1
50	СЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 4. Защита результатов.	4	Т	1	1	1	1	1
51	ЛПЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 5.	4	Т	1	1	1	1	1
52	ЛПЗ	Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине (практикум). Лабораторная работа 5. Продолжение.	4	Т	1	1	1	1	1
53	СЗ	Лабораторная работа 5. Защита результатов. Общий зачет по практикуму «Методы молекулярной биофизики в биологии и медицине».	3	Т	1	1	1	1	1
54	К	Модульный контроль по разделу «Молекулярная биофизика» (коллоквиум)	3	Р	1	1	1	1	1
55	Э	Промежуточная аттестация (Экзамен)	9	ПА	1	1	1	1	1
		Всего в семестре	91		25	25	25	25	25
		Всего по дисциплине	173		53	53	44	44	45

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

Условные обозначения

Виды учебных занятий*

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

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)**

Виды текущего контроля успеваемости (ВТК)	Сокращённое наименование		Содержание
Текущий дисциплинирующий контроль	Дисциплинирующий	Д	Контроль посещаемости занятий обучающимся

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

Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся ***

№	Формы проведения текущего контроля успеваемости обучающихся (ФПТКУ)	Техническое и сокращённое наименование		Возможность проведения текущего контроля успеваемости по видам контроля		
				Д	Т	Р
1	Контроль присутствия	Присутствие	КП	+		
2	Опрос комбинированный	Опрос комбинированный	ОК			+
3	Решение практической (ситуационной) задачи	Практическая задача	РЗ		+	
4	Проверка лабораторной работы	Лабораторная работа	ЛР		+	
5	Проверка контрольных нормативов	Проверка нормативов	ПKN		+	

5. Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине Оценочные средства промежуточной аттестации

5.1. Формы промежуточной аттестации

Семестр	Форма промежуточной аттестации****	Форма проведения промежуточной аттестации
1	2	3
5 семестр	Зачет	Контроль присутствия, Опрос комбинированный
6 семестр	Экзамен	Контроль присутствия, Опрос комбинированный, Решение практической (ситуационной) задачи, Проверка лабораторной работы, Проверка контрольных нормативов

Условные обозначения ****

Формы промежуточной аттестации	Сокращённое наименование	
Экзамен	Экзамен	Э
Зачет	Зачет	З

5.2 Критерии выставления оценок

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме зачета

5 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
«зачтено»	Соблюдение двух условий: 1. Решена хотя бы одна задача из практического задания, описанного в билете; 2. Дан полный и исчерпывающий ответ хотя бы на один из устных вопросов, данных в билете.
«не зачтено»	Соблюдение одного из двух условий: 1. Не выполнено практическое задание, состоящее из двух задач, описанных в билете; 2. При устном ответе студент демонстрирует разрозненные знания программного материала, допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя, не отвечает на дополнительные вопросы, не делает обобщения и выводы, не умеет применять теоретические знания при решении практических задач; или отказывается от ответа, во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации.

Критерии выставления оценок при прохождении промежуточной аттестации в форме экзамена

6 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
«неудовлетворительно»	в том случае, если обучающийся: - частично выполнил или не выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует разрозненные знания программного материала (в ходе ответа фрагментарно и нелогично излагает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), не использует или слабо использует научную терминологию; - допускает существенные ошибки и не корректирует ответ после дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - не делает обобщения и выводы; - не отвечает на дополнительные вопросы; - не умеет применять теоретические знания при решении практических (ситуационных) задач; - не умеет пользоваться необходимым оборудованием, инструментами, обращаться с препаратами; или: - отказывается от ответа; или: - во время подготовки к ответу и самого ответа использует несанкционированные источники информации, технические средства.
«хорошо»	в том случае, если обучающийся: - выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), выделяет в нем главные положения; - грамотно, используя научную терминологию, излагает программный материал, дает последовательный и исчерпывающий ответ на поставленные вопросы, делает обобщения и выводы; - не допускает серьезных ошибок при воспроизведении знаний; - отвечает без особых затруднений на дополнительные вопросы по программному материалу; - умеет применять полученные знания и умения при решении практических (ситуационных) задач; Допускаются мелкие неточности и не более двух ошибок, которые после уточнения (наводящих вопросов) обучающийся способен исправить.

Шкала оценивания	Критерии выставления оценок
«удовлетворительно»	в том случае, если обучающийся: - частично выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение программного материала (в ходе ответа в основных чертах раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), но испытывает затруднения при его самостоятельном воспроизведении, требует дополнительных и уточняющих вопросов преподавателя; - дает неполный, недостаточно аргументированный ответ; - не делает правильные обобщения и выводы; - допускает ошибки при воспроизведении знаний; - на дополнительные ответы по программному материалу отвечает с трудом; - умеет применять полученные знания при решении практических (ситуационных) задач, но допускает незначительные ошибки; Допускаются ошибки и неточности в содержании ответа, которые исправляются обучающимся с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«отлично»	в том случае, если обучающийся: - выполнил задания, предусмотренные билетом; - демонстрирует усвоение всего объема программного материала (в ходе ответа раскрывает сущность понятий, явлений, принципов, законов, закономерностей, теорий), выделяет в нем главные положения; - грамотно, используя научную терминологию, логично излагает программный материал, дает последовательный и исчерпывающий ответ на поставленные вопросы, делает обобщения и выводы; - не допускает ошибок при воспроизведении знаний; - легко отвечает на дополнительные вопросы по программному материалу; - осмысленно применяет полученные знания и умения при решении практических (ситуационных) задач;

6. Структура рейтинга по дисциплине

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

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

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

5 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	12	72	В	Т	6	4	2
		Проверка лабораторной работы	ЛР	12	72	В	Т	6	4	2
Семинарское занятие	СЗ	Проверка контрольных нормативов	ПKN	6	36	В	Т	6	4	2
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	1	351	В	Р	351	234	117
Сумма баллов по дисциплине за семестр					531					

6 семестр

Виды занятий		Формы проведения текущего контроля успеваемости		Кол-во контролей	Макс. кол-во баллов	Соответствие оценок рейтинговым баллам				
						ТК	ВТК	Отл.	Хор.	Удовл.
Лабораторно-практическое занятие	ЛПЗ	Решение практической (ситуационной) задачи	РЗ	10	60	В	Т	6	4	2
		Проверка лабораторной работы	ЛР	10	60	В	Т	6	4	2
Семинарское занятие	СЗ	Проверка контрольных нормативов	ПKN	6	36	В	Т	6	4	2
Коллоквиум	К	Опрос комбинированный	ОК	1	351	В	Р	351	234	117
Сумма баллов по дисциплине за семестр					507					

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

5 семестр

Шкала оценивания	Критерии выставления оценки
«зачтено»	Рейтинговый балл — не менее 60 % (не менее 306 баллов) и Получение оценки не ниже «удовлетворительно» за прохождение каждого текущего рубежного контроля в семестре
«не зачтено»	Рейтинговый балл — менее 60 % (менее 306 баллов) и/или Получение оценки ниже «удовлетворительно» за прохождение хотя бы одного текущего рубежного контроля в семестре или не прохождение рубежного контроля

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

6 семестр

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

7. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

5 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме зачёта

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.

6 семестр

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации в форме экзамена

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 транспортно-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 биомacroмолекул: осмометрия, гелехроматография, электрофорез в полиакриламидном геле, рассеяние света, вискозиметрия.
23. Конформационная потенциальная энергия белковых макромолекул. Внутри- и межмолекулярные силы и взаимодействия биомacroмолекул: кулоновское взаимодействие, иондипольные взаимодействия, вандерваальсовы силы, водородные силы, стерические силы (силы деформации и напряжения валентных связей и углов, силы заторможенности вращения пептидных групп вокруг простых связей). Гидрофобное взаимодействие.
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 металлосодержащих белков.

49. Метод спиновых меток и зондов. Время корреляции вращательной диффузии, параметр упорядоченности, параметр гидрофобности.
50. Взаимодействие биомакромолекул 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 трипсина ингибитора.

Образец билета для проведения экзамена

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

Кафедра общей и медицинской биофизики МБФ

Билет № _____

для проведения экзамена по дисциплине «Общая биофизика» по программе специалитета
по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика
направленность (профиль) Медицинская биофизика

1. Биофизические механизмы действия высокоинтенсивного и низкоинтенсивного лазерного излучения на биологические системы.
2. 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.

Кафедра общей и медицинской биофизики МБФ

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

8. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

Методические указания для подготовки к занятиям лекционного типа

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

Методические указания для подготовки к занятиям семинарского типа

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

Методические указания для подготовки к занятиям лабораторно-практического типа

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

Методические указания для самостоятельной работы студентов (СРС)

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

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

9.1. Перечень литературы по дисциплине:

№ п/п	Наименование, автор, год и место издания	Рекомендуется при изучении разделов дисциплины	Количество экземпляров в библиотеке	Электронный адрес ресурса
1	2	3	4	5
1	Физика и биофизика: учебник для студентов медицинских вузов, Антонов В. Ф., 2024 - 2025	Молекулярная биофизика Квантовая биофизика	7	
2	Физико-химические основы фотобиологических процессов: учебник для студентов вузов, Владимиров Ю. А., Потапенко А. Я., 2024 - 2025	Квантовая биофизика	489	
3	Биофизика клеточных процессов ; Механизмы первичных фотобиологических процессов. Биофизика: [учебник для высших учебных заведений], Рубин А. Б., 2024 - 2025	Молекулярная биофизика	18	
4	Молекулярная фотобиология: процессы инактивации и восстановления, Смит К., Хэнеуолт Ф., 2024 - 2025	Молекулярная биофизика	6	

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

1. Научная электронная библиотека <https://www.elibrary.ru/>
2. <http://www.medbiophys.ru>
3. www.studmedlib.ru – сайт электронной библиотеки студента «Консультант студента»
4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
5. www.studmedlib.ru
6. <http://www.biblioclub.ru> (электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» РНИМУ им. Пирогова).

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

1. MS Windows в редакциях: 7 Pro, 10 Pro, 11 Pro (x86, x64) – лицензия бессрочно
2. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
3. MS Visio в редакциях: «Professional» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно
4. Astra Linux Special Edition, вариант лицензирования «Орел», РУСБ.10015-10 – лицензия бессрочно
5. Adobe Acrobat Reader – свободно распространяемое ПО
6. Гарант (справочная правовая система) – лицензия до 31.07.2027
7. FastStone Image Viewer – свободно распространяемое ПО
8. Яндекс Браузер для организаций – свободно распространяемое ПО
9. Платформа «1С:Предприятие 8», конфигурации «1С:Документооборот государственного учреждения», «1С:Университет ПРОФ», «1С:Медицина» – лицензия бессрочно
10. Единая цифровая образовательная среда РНИМУ им. Н.И. Пирогова – собственная разработка РНИМУ
11. МТС Линк платформа для проведения вебинаров – лицензия до 04.07.2027 г.
12. Антивирус Kaspersky endpoint Security – лицензия до 19.09.2027 г.
13. Архиватор 7-Zip – свободно распространяемое ПО
14. Платформа «Kinescope» - лицензия до 11.03.2027 г.
15. Система управления обучением (LMS) – лицензия бессрочная
16. Ubuntu – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
17. Debian – свободно распространяемое ПО (ОС с открытым исходным кодом)
18. MS Office (Excel)
19. MS Office (Power Point)

20. Балльно-рейтинговая система контроля качества освоения образовательной программы в автоматизированной образовательной системе университета.
21. MS Office в редакциях: «Standard», «Professional Plus» (2013, 2016, 2019, 2021(x86, x64)) – лицензия бессрочно

9.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает:

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

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

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

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

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

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

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