

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Павлов Валентин Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.06.2025 16:00:17
Уникальный программный идентификатор:
a562210a8a161d1bc9a34c4a0a3e820ac76b9d73665849e6d6db2a5a4e71d6e9

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России)

Кафедра медицинской физики и информатики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

[Signature] / В.Е. Изосимова

« 27 » *июня* 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КВАНТОВАЯ БИОЛОГИЯ

Уровень образования

Высшее – *Бакалавриат*

Направление подготовки

06.03.01 Биология

Направленность подготовки

Микробиология

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год начала подготовки: *2025*

Уфа – 2025

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

- 1) ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 – Биология, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «7 августа» 2020 № 920.
- 2) Профессиональный стандарт «Специалист в области клинической лабораторной диагностики», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «14» марта 2018 г. №145п;
- 3) Учебный план по направлению подготовки 06.03.01 – Биология, утвержденный Ученым советом ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России «29» апреля 2025 г., протокол № 4.

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры медицинской физики и информатики от «5» марта 2025 г., протокол № 7.

И.о. заведующего кафедрой ЗМУ / Закирьянова Г.Т.

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена УМС центра инновационных образовательных программ от «26» марта 2025, протокол № 7.

Председатель УМС

Центра инновационных образовательных программ



/ Титова Т.Н.

Разработчики:

Войтик Виталий Викторович, к.ф.-м.н., доцент кафедры медицинской физики и информатики

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ:

1.	Пояснительная записка	4
1.1.	Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
1.2.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2.	Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)	5
2.1.	Типы задач профессиональной деятельности	5
2.2.	Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и индекса трудовой функции	5
3.	Содержание рабочей программы	7
3.1.	Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы	7
3.2.	Перечень разделов учебной дисциплины и компетенций с указанием соотнесенных с ними тем разделов дисциплины (модуля)	7
3.3.	Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля	9
3.4.	Название тем лекций и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля)	9
3.5.	Название тем практических занятий, в том числе практической подготовки, и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля)	10
3.6.	Лабораторный практикум	11
3.7.	Самостоятельная работа обучающегося	11
4.	Оценочные материалы для контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля)	14
4.1.	Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю). Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)	14
4.2.	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по учебной дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	15
5.	Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины (модуля)	17
5.1.	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины (модуля)	17
5.2.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной дисциплины (модуля)	19
6.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модулю)	19
6.1.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модулю)	19
6.2.	Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы	20
6.3.	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства	22

1. Пояснительная записка

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Квантовая биология» относится к вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

Цели изучения дисциплины: состоят в изучении фундаментальных понятий, концепций, моделей и методов описания живых систем с позиции квантовой теории и ознакомлении студента с основными понятиями и методами описания биологических процессов и молекулярных структур, например: поглощение электромагнитного излучения определённой частоты, преобразование химической энергии в движение и микроскопическое рассмотрение клеточных процессов.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по учебной дисциплине (модулю)
ОПК-6. Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;	ОПК-6.1 Использует знания о основной концепции и методах, современных направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальных проблемах биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований	Знает методы обучения, оценки, отбора и обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации. Методы анализа получаемых результатов. Сравнивает лабораторные методы. Предлагает план проведения исследования. Формулирует выводы. Оценивает соответствие полученных данных теоретическим прогнозам.
	ОПК-6.2. Использует навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности	Знает методы расчета ряда физико-химических величин. Даёт определения основным понятиям и закономерностям, дает характеристику основных методов и средств биологического исследования.
		Проводит эксперимент и объясняет наблюдаемые явления. Оценивает значимость полученных экспериментальных данных и ошибок. Выявляет взаимосвязь между структурой и свойствами. Использует

		справочную литературу, математические методы расчета и графического определения физико- химических величин для обработки результатов биологических исследований.
		Владеет навыками работы со световым микроскопом, навыками работы с лабораторным оборудованием. Составляет перечень оборудования для лабораторной работы и собирает установки. Проводит простейший эксперимент

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

2.1. Типы задач профессиональной деятельности

Задачи профессиональной деятельности, которые лежат в основе преподавания учебной дисциплины:

Педагогическая;

2.2. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и индекса трудовой функции

Изучение учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих универсальных (УК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

п/№	Номер/ индекс компетенции с содержанием компетенции (или ее части)/трудовой функции	Номер индикатора компетенции (или его части) и его содержание	Индекс трудовой функции и ее содержание	Перечень практических навыков по овладению компетенцией	Оценочные средства
1	2	3	4	5	6

1	ОПК-6 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;	ОПК-6.1 Использует знания о основной концепции и методах, современных направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальных проблемах биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований	-	Навыками использования основных общефизических и химических законов и принципов в важнейших практических приложениях. Применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач. правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физико-химической лаборатории, обработки и интерпретирования результатов эксперимента.	Типовые расчеты.
		ОПК-6.2. Использует навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности		Навыками использования основных общефизических и химических законов и принципов в важнейших практических приложениях. Применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач. правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физико-химической лаборатории, обработки и интерпретирования результатов эксперимента.	Типовые расчеты.

3. Содержание рабочей программы

3.1 Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы		Всего часов/ зачетных единиц	Семестры
			4
			часов
1		2	3
Контактная работа (всего), в том числе:		72/2,0	72
Лекции (Л)		22/0,6	22
Практические занятия	Практические занятия (ПЗ)	50/0,94	50/0,94
	Практическая подготовка	16/0,06	16/0,06
Семинары (С)			
Лабораторные работы (ЛР)			
Самостоятельная работа обучающегося, в том числе:		36/1,0	36
Подготовка к занятиям (ПЗ)		12	12
Подготовка к текущему контролю (ПТК)		12	12
Подготовка к промежуточному контролю (ППК)		12	12
Вид промежуточной аттестации	зачет (З)	3	3
	экзамен (Э)	-	-
ИТОГО: Общая трудоемкость	час.	108	108
	ЗЕТ	3	3

3.2. Перечень разделов учебной дисциплины и компетенций с указанием соотношенных с ними тем разделов дисциплины

№п/п	Индекс компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела (темы разделов)
1	2	3	4
1	ОПК-6	Приближённые методы решения уравнения Шрёдингера для многоэлектронных систем.	Вариационные методы. Вариационный метод Ритца. Теория возмущений.
2	ОПК-6	Химическая связь и физические эффекты, приводящие к ее образованию.	Образование ковалентной связи в молекуле водорода. Ионная связь.
3	ОПК-6	Квантовохимические приближения для описания молекул.	Адиабатическое приближение. Метод мо. Метод валентных связей. Приближение мо лкао. Понятие о методе Хартри-Фока. Одноэлектронное приближение.

4	ОПК-6	Неэмпирический метод (ab initio) Хартри-Фока-Боголюбова.	Особенности и основные свойства уравнений Хартри-Фока. Физический смысл и свойства орбиталей в методе Хартри-Фока. Уравнения Хартри-Фока в приближении МО ЛКАО.
5	ОПК-6	Химические свойства на основе молекулярной волновой функции.	Молекулярные свойства, определяемые электронной ВФ. Заряды атомов. Порядки связи и валентности атомов. Описание химического взаимодействия на основе анализа молекулярных орбиталей. Гибридизация орбиталей. Интерпретация МО в терминах химических связей. Качественная теория МО.
6	ОПК-6	Описание физикохимических свойств и реакционной способности на основе поверхности потенциальной энергии.	Поверхность потенциальной энергии (ППЭ). Стационарные точки ППЭ. Процедура преобразования координат путём их диагонализации. Основные положения теории квантовохимического описания химических свойств. Оптимизация молекулярной геометрии.
7	ОПК-6	Современные экспериментальные методы исследования электронного строения молекул.	Классификация методов квантовой химии. Точность квантовохимических методов. Источники погрешностей. Методы конфигурационного взаимодействия. Методы МКССП и CAS SCF. Неэмпирические методы.
8	ОПК-6	Современные экспериментальные методы исследования электронного строения молекул.	Методы, основанные на теории возмущений. Метод молекулярного моделирования. Метод функционала плотности. Полуэмпирические методы. Базисные наборы для квантовохимических расчетов.
9	ОПК-6	Квантовая химия в применении к возбужденным состояниям.	Возбуждённые состояния и конфигурационное взаимодействие (КВ). Интенсивности переходов. Мультиплетность возбужденных состояний. Заселенности для возбужденных состояний. Понятие о методе случайных фаз. Теория Хартри-Фока в применении к возбужденным состояниям. Сольватация. Квантовохимический пакет HyperChem. Некоторые особенности подготовки данных и анализа результатов при работе с квантовохимическими программами. Общие особенности подготовки и анализа данных.
10	ОПК-6	Основные квантовые эффекты, интересные в биологии.	Квантовое туннелирование в физике. Квантовая когерентность в физике. Понятие о квантовой запутанности.

11	ОПК-6	Квантовые модели в биологии.	Квантовые процессы в некоторых биологических явлениях: фотосинтез бактерий, мутация ДНК, ферментная активность, молекулярные солитоны в белках, фотоизомеризация, магниторецепция птиц, визуальная фототрансдукция и вибрационный механизм обоняния в живых организмах.
----	-------	------------------------------	---

3.3. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
			Л	ЛР	ПЗ*, ПП	СР	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	4	Приближённые методы решения уравнения Шрёдингера для многоэлектронных систем.	2		4	3	9	Письм. тест
2.	4	Химическая связь и физические эффекты, приводящие к её образованию.	2		5	3	10	Письм. тест
3.	4	Квантовохимические приближения для описания молекул.	2		5	3	10	Письм. тест
4.	4	Неэмпирический метод (ab initio) Хартри-Фока-Боголюбова.	2		4	3	9	Письм. тест
5.	4	Химические свойства на основе молекулярной волновой функции.	2		4	4	10	Письм. тест
6.	4	Описание физикохимических свойств и реакционной способности на основе поверхности потенциальной энергии.	2		5	4	11	Письм. тест
7.	4	Современные экспериментальные методы исследования электронного строения молекул.	4		9	7	20	Письм. тест
8.	4	Квантовая химия в применении к возбужденным состояниям.	2		5	3	10	Письм. тест
9.	4	Основные квантовые эффекты, интересные в биологии.	2		4	3	9	Письм. тест
10.	4	Квантовые модели в биологии.	2		5	3	10	Письм. тест

*Примечание: в том числе практическая подготовка (ПП)

3.4. Название тем лекций и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).

№ п/п	Название тем лекций учебной дисциплины (модуля)	Семестры	
		3	4
1	2	3	4
1.	Приближённые методы решения уравнения Шрёдингера для многоэлектронных систем.		2
2.	Химическая связь и физические эффекты, приводящие к ее образованию.		2
3.	Квантовохимические приближения для описания молекул.		2
4.	Неэмпирический метод (ab initio) Хартри-Фока-Боголюбова.		2
5.	Химические свойства на основе молекулярной волновой функции.		2
6.	Описание физикохимических свойств и реакционной способности на основе поверхности потенциальной энергии.		2
7.	Современные экспериментальные методы исследования электронного строения молекул.		4
8.	Квантовая химия в применении к возбужденным состояниям.		2
9.	Основные квантовые эффекты, интересные в биологии.		2
10.	Квантовые модели в биологии.		2
	Итого	22	

3.5. Название тем практических занятий, в том числе практической подготовки и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).

№п/п	Название тем практических занятий учебной дисциплины (модуля)	Семестры	
		3	4
1	2	3	4
1	Работа №1. Расчетные методы квантовой механики.		4
2	Работа №2. Полуэмпирический квантово-химический расчет молекул.		5
3	Работа № 3. Сравнение точности расчета полуэмпирическими методами.		5
4	Работа № 4. Расчет удельной энергии связи в циклических соединениях.		4
5	Работа № 5.		4

	Неэмпирический квантово-химический расчет молекул		
6	Работа № 6. Сравнение точности расчета неэмпирическими методами.		5
7	Работа № 7. Моделирование молекулярных переходных процессов.		5
8	Работа № 8. Моделирование молекулярной динамики.		4
9	Работа № 9. Исследование спектров поглощения и пропускания.		5
10	Работа № 10. Исследование водородной связи.		4
11	Работа № 11. Ядерно-магнитный резонанс.		5
Итого			50

3.6. Лабораторный практикум

Не предусмотрено

3.7. Самостоятельная работа обучающегося

3.7.1. Виды СР (АУДИТОРНАЯ РАБОТА)

№ п / п	№ се м е ст ра	Тема СР	Виды СР	Всего часов
			- выполнение аудиторной контрольной работы; - выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; - отработка практических навыков, - решение практических заданий; - разбор ситуаций; - изучение нормативных и иных материалов; - использование справочной литературы; - чтение и анализ текстов (нормативных актов, учебной литературы и т.п.) - написании истории родов, истории болезни; - иные формы, предусмотренные рабочей программой дисциплины	
1	2	3	4	5
1.	4	Приближённые методы решения уравнения Шрёдингера для многоэлектронных систем.	Выполнение аудиторной лабораторной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; чтение и анализ текстов; конспектирование, решение задач.	3
2.	4	Химическая связь и физические эффекты, приводящие к ее образованию.	Выполнение аудиторной лабораторной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; чтение и анализ текстов; конспектирование,	3

			решение задач.	
3.	4	Квантовохимическое приближения для описания молекул.	Выполнение аудиторной лабораторной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; чтение и анализ текстов; конспектирование, решение задач.	3
4.	4	Неэмпирический метод (ab initio) Хартри-Фока-Боголюбова.	Выполнение аудиторной лабораторной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; чтение и анализ текстов; конспектирование, решение задач.	3
5.	4	Химические свойства на основе молекулярной волновой функции.	Выполнение аудиторной лабораторной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; чтение и анализ текстов; конспектирование, решение задач.	4
6.	4	Описание физикохимических свойств и реакционной способности на основе поверхности потенциальной энергии.	Выполнение аудиторной лабораторной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; чтение и анализ текстов; конспектирование, решение задач.	4
7.	4	Современные экспериментальные методы исследования электронного строения молекул.	Выполнение аудиторной лабораторной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; чтение и анализ текстов; конспектирование, решение задач.	4
8.	4	Современные экспериментальные методы исследования электронного строения молекул.	Выполнение аудиторной лабораторной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; чтение и анализ текстов; конспектирование, решение задач.	3
9.	4	Квантовая химия в применении к возбужденным состояниям.	Выполнение аудиторной лабораторной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; чтение и анализ текстов; конспектирование, решение задач.	3
10.	4	Основные квантовые эффекты, интересные в биологии.	Выполнение аудиторной лабораторной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий преподавателя; отработка практических навыков; чтение и анализ текстов; конспектирование, решение задач.	3
11.	4	Квантовые модели в биологии.	Выполнение аудиторной лабораторной работы; выполнение индивидуальных и групповых заданий	3

			преподавателя; отработка практических навыков; чтение и анализ текстов; конспектирование, решение задач.	
ИТОГО часов в семестре:				36

3.7.2. Виды СР (ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА)

Не предусмотрено

3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов

Семестр № 4.

1. Волновая природа света.
2. Фото- и Комптон – эффекты.
3. Философские проблемы квантовой физики.
4. Различные представления квантовой физики.
5. Уравнение Шредингера и общая классификация подходов к его решению.
6. Возможности применения и сравнительный анализ различных полуэмпирических методов.
7. Сколько фотонов различной частоты могут испускать атомы водорода, находящиеся во втором возбужденном состоянии?
8. Излучение лазера – это тепловое излучение; вынужденное излучение; спонтанное (самопроизвольное) излучение; люминесценция?
9. Волновая функция $\Psi(x,t)$ должна быть положительной; дифференцируемой; действительной; антисимметричной?
10. Что в квантовой механике одновременно не может быть определено с любой точностью: энергия и время; координаты и скорость; импульс и энергия; импульс и координаты?
11. Что минимизируется при решении квантово-механической задачи вариационным методом? множители Лагранжа; межэлектронное отталкивание; электронная энергия; коэффициенты разложения МО по АО.
12. Какие расчётные методы являются полуэмпирическими?
13. Какая теория лежит в основе процедуры решения уравнений метода Хартри-Фока-Рутана? аналитические формулы; табулированные значения решений аналогичных систем; теория возмущений; вариационный принцип.
14. Какие традиционно учитывают взаимодействия при решении квантово-химических задач? сильное; электростатическое; кулоновское; гравитационное.
15. Что описывают волны де-Бройля? волновые свойства микрочастиц; свидетельствуют о возможности представления микрочастиц волнами; свидетельствуют о возможности представления их волновым пакетом.
16. Какие свойства есть у частицы? Корпускулярные свойства; волновые свойства; как корпускулярные, так и волновые свойства.
17. Чем обусловлен изотопический сдвиг спектральных линий? конечностью массы ядра; бесконечностью массы ядра; зависимостью массы электрона от скорости.
18. Смещаются ли уровни энергии с уменьшением ширины бесконечно глубокой потенциальной ямы? уровни энергии не смещаются; смещаются вверх; смещаются вниз.

4. Оценочные материалы для контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля)

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине.

Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции ОПК-6 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		(«Не зачтено»)	(«Зачтено»)
ОПК-6.1 Использует знания о основной концепции и методах, современных направлениях математики, физики, химии и наук о Земле, актуальных	Знает методы расчета ряда физико-химических величин. Даёт определения основным понятиям и закономерностям, дает характеристику основных методов и средств биологического исследования.	Не знает методов расчета физико-химических величин. Не даёт определения основным понятиям и закономерностям. Ответ непоследовательный и неаргументированный.	Имеет фрагментарные, поверхностные знания методов расчета ряда физико-химических величин. Имеет затруднения в использовании научного языка и терминологии; Стремится логически, последовательно и аргументированно изложить ответ. Испытывает затруднения в характеристике основных методов исследования.

проблемах биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований ОПК-6.2. Использует навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики и в профессиональной деятельности	Проводит эксперимент и объясняет наблюдаемые явления. Оценивает значимость полученных экспериментальных данных и ошибок. Выявляет взаимосвязь между структурой и свойствами. Использует справочную литературу, математические методы расчета и графического определения физико-химических величин для обработки результатов биологических исследований.	Не знает способов проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; не умеет использовать физико-химические методы для исследования биоматериала и математических методов обработки результатов биологических исследований.	Хорошо знает способы проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; использования физико-химических методов исследования биоматериала и математических методов обработки результатов биологических исследований.
	Владеет навыками работы со световым микроскопом, навыками работы с лабораторным оборудованием. Составляет перечень оборудования для лабораторной работы и собирает установки. Проводит простейший эксперимент	Не владеет навыками работы со сложными устройствами, навыками подготовки лабораторного оборудования и оснащения, навыками самостоятельного изучения специальной научной и методической литературы,	Слабо владеет навыками работы со сложными устройствами, навыками подготовки лабораторного оборудования и оснащения, навыками самостоятельного изучения специальной научной и методической литературы

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по учебной дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ОПК-6.1 Использует знания о основной концепции и	Знает методы обучения, оценки, отбора и обработки, систематизации и	Тестирование, опрос,

методах, современных направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальных проблемах биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований	представления полевой и лабораторной информации. Методы анализа получаемых результатов. Сравнивает лабораторные методы. Предлагает план проведения исследования. Формулирует выводы. Оценивает соответствие полученных данных теоретическим прогнозам. Умеет применять современные подходы анализа и синтеза знаний обучающихся на основе тестирования; применяет системный подход к контролю в соответствии с возможностями детей; вырабатывает стратегию действия с учётом проведённого анализа достоверных источников информации. Владеет предоставленной или найденной информацией. Применяет методы планирования, оценки, отбора и обработки необходимой информации. Разрабатывает план исследования проблемной ситуации	решение задач.
ОПК-6.2. Использует навыки лабораторной работы и методы химии, физики, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности	Знает методы расчета ряда физико-химических величин. Даёт определения основным понятиям и закономерностям, дает характеристику основных методов и средств биологического исследования.	Тестирование, опрос, решение задач.
	Проводит эксперимент и объясняет наблюдаемые явления. Оценивает значимость полученных экспериментальных данных и ошибок. Выявляет взаимосвязь между структурой и свойствами. Использует справочную литературу, математические методы расчета и графического определения физико-химических величин для обработки результатов биологических исследований.	Тестирование, опрос, решение задач.
	Владеет навыками работы со световым микроскопом, навыками работы с лабораторным оборудованием. Составляет перечень оборудования для лабораторной работы и собирает установки. Проводит простейший эксперимент	Тестирование, опрос, решение задач.

5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

5.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины (модуля)

Основная литература

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	2	3	4	5
1	Молекулярная биология: учебное пособие	Т. А. Маскаева, М. В. Лабутина, Н. Д. Чегодаева	— Саранск: МГПИ им. М.Е. Евсевьева, 2013. — 158 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/75096 (дата обращения: 21.03.2023).	Неограниченный доступ
2	Молекулярная биология: учебное пособие	О. В. Кригер, С. А. Сухих, О. О. Бабич [и др.].	— Кемерово: КемГУ, 2017. — 93 с. — ISBN 979-5-89289-100-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/103922 (дата обращения: 21.03.2023).	Неограниченный доступ

Дополнительная литература

п/№	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	2	3	4	5
1	Биология клетки: учебное пособие	О. В. Кригер, С. А. Сухих, О. О. Бабич [и др.].	- 2-е изд. - СПб.: СпецЛит, 2015. - 166 с.	1
2	Квантовая биофизика животных и человека [Текст]: учеб. пособие	А. И. Журавлев	- 4-е изд., перераб. и доп. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 398, [2] с.: ил.	15
	Молекулярная биология: учебное пособие	Л. Б. Луковникова.	— Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. — 10 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/153182 (дата обращения: 21.03.2023).	Неограниченный доступ

	Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка: учебное пособие	А. С. Спирин	— Москва: Лаборатория знаний, 2019. — 594 с. — ISBN 978-5-00101-623-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110208 (дата обращения: 21.03.2023).	Неограниченный доступ
	Молекулярная биология: практикум: учебное пособие	В. И. Резяпкин	— 6-е изд., перераб. — Гродно: ГрГУ им. Янки Купалы, 2022. — 45 с. — ISBN 978-985-582-478-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/262364 (дата обращения: 21.03.2023).	Неограниченный доступ
	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии: учебное пособие	К. Уилсон, Д. Уолкер; под редакцией А. В. Левашова, В. И. Тишкова; перевод с английского Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк	— 2-е изд. (эл.). — Москва: Лаборатория знаний, 2015. — 855 с. — ISBN 978-5-9963-2877-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/66244 (дата обращения: 21.03.2023).	Неограниченный доступ
	Практикум по молекулярно-биологическим методам: учебное пособие	Н. В. Цымбаленко, А. А. Жукова, П. С. Кудрявцева	— Санкт-Петербург: РГПУ им. А. И. Герцена, 2020. — 116 с. — ISBN 978-5-8064-2888-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/252530 (дата обращения: 21.03.2023).	Неограниченный доступ
	Электронно-библиотечная система «Лань»		http://e.lanbook.com	Неограниченный доступ
	Электронно-библиотечная система «Консультант студента» для ВПО		www.studmedlib.ru	Неограниченный доступ
	База данных «Электронная учебная библиотека»		http://library.bashgmu.ru	Неограниченный доступ

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной дисциплины (модуля)

1. <https://www.medicinform.net/> (Медицинская информационная сеть)
2. <https://www.studentlibrary.ru/> (Консультант студента)
3. <http://e.lanbook.com> (Электронно-библиотечная система «Лань»)
4. <http://library.bashgmu.ru> (База данных «Электронная учебная библиотека»)

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)

Использование учебных комнат и лабораторий для работы обучающихся. Специальная мебель: рабочее место для преподавателя (1 стол, 1 стул); рабочее место для обучающихся (письменные столы (парты), парты на 25 посадочных мест); письменная доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран, стенды с учебно-методическими материалами, демонстрационный и справочный материал.

6.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)

Таблица

№ п/п	Наименование вида образования, уровня образования, профессии, специальности, направления подготовки (для профессионального образования), подвида дополнительного образования	Наименование объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, (с указанием номера такого объекта в соответствии с документами по технической инвентаризации)
1	2	3	4
1	Высшее, специалитет, 06.05.01 Биоинформатика и биоинженерия	Компьютерный класс № 402 Оборудование: интерактивная доска, учебная меловая поворотная доска, мультимедийный проектор, моноблоки, компьютер. Мебель: парты на 14 рабочих мест, компьютерные столы на 16 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), стулья. Компьютерный класс № 344 Оборудование: учебная меловая доска. моноблоки. Мебель: парты на 15 рабочих мест, компьютерные столы 14 рабочих мест, рабочее место преподавателя	450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Пушкина, д. 96, корп. 98. Этаж 3

		(стол, стул), стулья. Компьютерный класс № 345 Оборудование: интерактивная доска, мультимедийный проектор, моноблоки, учебная меловая доска. Мебель: компьютерные столы на 16 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), стулья. Компьютерный класс № 346 Оборудование: интерактивная доска, мультимедийный проектор, моноблоки, учебная меловая доска. Мебель: компьютерные столы на 16 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), стулья. Компьютерный класс № 347 Оборудование: интерактивная доска, мультимедийный проектор, моноблоки, учебная меловая доска. Мебель: компьютерные столы на 16 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), стулья. Учебные аудитории: № 350,352,328,633,641: Основное оборудование: Интерактивная доска-1 шт. Весы порционные SW-2– 1 шт. Микроскоп биологический «Микромед С-11» – 1 шт. Вискозиметр капиллярный ВЗ-246 –1 шт. Фотоколориметр КФК-2– 1 шт, Генератор звуковой частоты УЗДН – 1шт. Спектроскоп двухтрубный СД-КЛ –1 шт. Сахариметр СУ-4 –1 шт. Лабораторная установка «Измерение периода полураспада долгоживущего изотопа» ФП-ЯФ-ПП- 1 шт. Лабораторная установка «Определение степени черноты твердого тела» Ф-СЧ-ТТ-01 – 1шт. Поляриметр круговой СМ-3-1шт. Мебель: столы – 15 шт стулья – 30 шт	
--	--	--	--

6.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

<http://www.studmedlib.ru/> - многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронно-библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, в том числе аудио, видео, анимации, интерактивным материалам, тестовым заданиям и др.

<http://e.lanbook.com> - электронно-библиотечная система издательства «Лань» - ресурс, включающий в себя электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы по естественным и гуманитарным наукам.

<https://www.books-up.ru/> - электронно-библиотечная система «Букап» - это новый формат библиотечной системы, в которой собраны книги медицинской тематики: электронные версии качественных первоисточников от ведущих издательств со всего мира.

<https://rusneb.ru/> - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ граждан Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры до новейших авторских произведений.

<https://www.ras.ru/> - электронные версии коллекции журналов «Российской академии наук» (РАН)

<https://dlib.eastview.com/> - коллекция журналов «Медицина и здравоохранение» на платформе компании ИВИС. В коллекцию входят журналы как за текущий год, так и архив номеров.

<http://ovidsp.ovid.com/> - полнотекстовая коллекция журналов от ведущего международного медицинского издательства LWW, в которых публикуются актуальные исследования и материалы по различным областям медицины.

<https://link.springer.com/> - полнотекстовая коллекция электронных книг и полнотекстовая политематическая коллекция журналов издательства Springer Nature на английском языке по различным отраслям знаний.

<http://onlinelibrary.wiley.com> - полнотекстовые коллекции, которые включают в себя как текущие, так и архивные выпуски из более чем 1700 журналов издательства John Wiley & Sons, Inc., охватывающие такие области как гуманитарные, естественные, общественные и технические науки, а также сельское хозяйство, медицину и здравоохранение.

<https://www.cochranelibrary.com> - базы данных Кокрейновской библиотеки предоставляют информацию и доказательства для поддержки решений, принимаемых в медицине и других областях здравоохранения, а также информируют тех, кто получает медицинскую помощь. Ресурс позволяет найти информацию о клинических испытаниях, кокрейновских обзорах, некокрейновских систематических обзорах, методологических исследованиях, технологических и экономических оценках по определенной теме или заболеванию.

<https://www.orbit.com/> - база данных патентного поиска, объединяющая информацию о более чем 122 миллионах патентных публикаций, полученную из 120 международных патентных ведомств, включая РосПатент, Всемирную организацию интеллектуальной собственности (ВОИС), Европейскую патентную организацию.

<http://search.ebscohost.com/> - полнотекстовая коллекция, которая включает 144 электронные книги от ведущих научных и университетских издательств и охватывает все дисциплины, изучаемые в медицинском вузе.

<https://nmal.nucleusmedicalmedia.com/home> - база изображений Nucleus Medical Art Library (NMAL). Созданная Nucleus Medical Art, NMAL содержит растущую коллекцию высококачественных иллюстраций и анимаций, изображающих анатомию, физиологию, хирургию, патологию, болезни, состояния, травмы, эмбриологию, гистологию и другие медицинские темы.

www.jaypeedigital.com - комплексная платформа медицинских ресурсов для студентов, преподавателей, научных и медицинских работников охватывает более 60 медицинских специальностей, включая смежные области – стоматологию, уход за больными, физиотерапию, фармакологию. Цифровой контент JAYPEE DIGITAL содержит клиническую диагностику, лабораторные исследования, современные хирургические процедуры, клинические методы от лучших специалистов отрасли по всему миру.

<https://eduport-global.com/> - электронная библиотека медицинской литературы от CBS Publishers & Distributors Pvt. Ltd., одного из ведущих издательств на Индийском субконтиненте, известного своими качественными учебниками по медицинским наукам и технологиям.

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	Описание	Кол-во	Поставщик	Где установлено
1.	Права на программу для ЭВМ корпоративная лицензия на специальный набор программных продуктов Microsoft Desktop School ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprase	Операционная система Microsoft Windows + офисный пакет Microsoft Office	200	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
2.	Права на программу для ЭВМ набор веб-сервисов, предоставляющих доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office для образования Microsoft Office 365 A5 for faculty - Annually	Организация ВКС Microsoft Teams	25	ООО «Софтлайн Трейд»	Лекционные аудитории Кафедры и подразделения Университета
3.	Права на программу для ЭВМ система антивирусной защиты персональных компьютеров Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита + Центр управления	Антивирусная защита (российское ПО)	1750	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервера, кафедры и подразделения Университета
4.	Права на программу для ЭВМ система антивирусной защиты рабочих станций и файловых серверов Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 1 year Educational Renewal License	Антивирусная защита (российское ПО)	450	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
5.	Права на программу для ЭВМ Офисное программное обеспечение МойОфис Стандартный	Офисный пакет (российское ПО)	120	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
6.	Права на программу для ЭВМ Операционная система для образовательных учреждений Астра Linux Common Edition	Операционная система (российское ПО)	40	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
7.	Права на программу для ЭВМ Система контент-фильтрации SkyDNS	Фильтрация интернет-контента (российское ПО)	1	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер

8.	Права на программу для ЭВМ Система для организации и проведения веб-конференций, вебинаров, мастер-классов Mirapolis Virtual Room	Организации веб-конференций, вебинаров, мастер-классов (российское ПО)	1	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер
9.	Права на программу для ЭВМ Система дистанционного обучения Русский Moodle 3KL	Учебный портал (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	1	«Софтлайн Трейд»	Хостинг на внешнем ресурсе
10.	Права на программу для ЭВМ "АИС «БИТ: Управление вузом»"	Электронный деканат (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО) (российское ПО)	1	Компания «Первый БИТ»	Сервер
11.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Внутренний портал учебного заведения» (неогр. кол-во пользователей)	Корпоративный портал (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	1	ООО «ВэбСофт»	Сервер
12.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Управление сайтом - Эксперт»	Сайт ОО (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	1	ООО «ВэбСофт»	Хостинг на внешнем ресурсе
13.	Права на программу для ЭВМ «1С-Битрикс: Сайт учебного заведения»		1	ООО «ВэбСофт»	Хостинг на внешнем ресурсе
14.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 12 Russian/12 English	Пакет для статистического анализа данных	10	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра общественного здоровья и организации здравоохранения
15.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 10 Russian/13 English		11	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра эпидемиологии – 3 шт., Кафедра патофизиологии – 4 шт., Кафедра эпидемиологии – 3 шт., Кафедра фармакологии – 1 шт.

16	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English		5	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра нормальной физиологии – 4 шт., Кафедра стоматологии детского возраста и ортодонтии – 1 шт.
17	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English		75	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра медицинской физики
18	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English (сетевая)		50	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер