

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ФИО: Павлов Валентин Николаевич ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
Должность: Ректор «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Дата подписания: 14.06.2024 15:31:45 МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Уникальный программный ключ:
a562210a8a161d1bc9a34c4a0a3e820ac76b9d73665840e6d6db2e5a4e71d6ee

Кафедра медицинской физики и информатики



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КВАНТОВАЯ БИОЛОГИЯ

Уровень образования

Высшее – *специалитет*

Специальность

06.05.01 – Биоинженерия и биоинформатика

Квалификация

Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения

Очная

Для приема: 2024

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

1) Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалист по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 973 от «12» августа 2020г.

2) Учебный план по направлению подготовки 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика, утвержденный Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации от «30» мая 2024 г., протокол №5.

3) Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ №145н от «14» марта 2018 г. «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области клинической лабораторной диагностики».

Рабочая программа учебной дисциплины «Компьютерные технологии в обработке и анализе биологической информации» одобрена на заседании кафедры медицинской физики и информатики, от «16» апреля 2024 г., протокол № 8.

И.О. Заведующего кафедрой



/Л.Г.Закирьянова

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена УМС центра инновационных образовательных программ от «24» апреля 2024, протокол №2.

Председатель УМС

Центра инновационных образовательных программ



/Титова Т.И.

Разработчики:

В. В. Войтик доцент кафедры медицинской физики и информатики, к.ф.- м.п.

З.Ф.Аксенова доцент кафедры медицинской физики и информатики, к.ф.- м.п.

Содержание рабочей программы

1. Пояснительная записка4
- 1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы4
- Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ООП специальности4
- 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций5
2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины8
- 2.1. Типы задач профессиональной деятельности8
- 2.2. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и индекса трудовой функции8
3. Основная часть11
- 3.1. Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы11
- 3.2. Разделы учебной дисциплины и компетенции, которые должны быть освоены при их изучении12
- 3.3. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля13
- 3.4. Название тем лекций и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).14
- 3.5. Название тем практических занятий в том числе практической подготовки и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).14
- 3.6. Лабораторный практикум15
- 3.7. Самостоятельная работа обучающегося15
- 3.7.2. Виды СРО (ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА)15
- 3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов16
4. Оценочные материалы для контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля)16
- 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.16
- 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.20
5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины (модуля)23
- 5.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины (модуля)23
- 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной дисциплины (модуля)24
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)25
- 6.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)25
- 6.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы26
- 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства27

1. Пояснительная записка

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Целью учебной дисциплины «Квантовая биология» является формирование и развитие у обучающихся следующих компетенций: ОПК-2, ОПК-3, ПК-1.

Дисциплина представляет собой введение в методы квантовой биологии и решения параметрических краевых задач для моделирования квантовых систем во внешних полях.

Цель освоения учебной дисциплины (модуля) «Квантовая биология» является изучение фундаментальных понятий, концепций, моделей и методов описания статистических законов микромира. При этом **задачами** дисциплины являются:

- ознакомить студентов с ключевыми положениями квантовой физики;
- ознакомить студентов с основными результатами нерелятивистской квантовой механики;
- продемонстрировать основные методы и приемы решения простейших задач.

Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ООП специальности

Дисциплина «Квантовая биология» изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Учебная дисциплина (модуль) «Квантовая биология» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1, обеспечивающих подготовку биолога по направлению 06.05.01– «Биоинженерия и биоинформатика» и.

Для изучения данной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

«Математика и математические методы в биологии»

Знания: методов решения основных уравнений.

Умения: пользоваться математическим аппаратом.

Навыки: решения простейших задач.

«Физика»

Знания: разделов физики, физических явлений в биологических системах, физические свойства этих систем.

Умения: правильно описать суть физических закономерностей.

Навыки: решения простейших задач.

Изучение данной дисциплины предшествует освоению дисциплины: «Биофизика», «Молекулярная биология», «Биохимия», «Биология», «Микробиология», «Биоинженерия и биоинформатика».

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-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	ОПК-2.1. Знает способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	<i>Знает</i> способы выявления достоверных источников, оперирует предоставленной или найденной специализированной информацией. Разрабатывает план исследования проблемной ситуации в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.
	ОПК-2.2. Владеет способами использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	<i>Владеет</i> навыками оценки качества физико-химических систем, - навыками экспериментального определения физико-химических параметров системы; - навыками определения физических величин аналитическими и графическими методами по экспериментальным данным в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).
	ОПК-2.3. Умеет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	<i>Умеет</i> составлять план проведения исследования. Формулирует выводы. Оценивает соответствие полученных данных теоретическим прогнозам. Применяет основные специализированные знания фундаментальных разделов: физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы. Анализирует результаты. Сравнивает методы.

		Применяет математические методы и осуществляет математическую обработку данных, полученных в ходе наблюдений в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).
ОПК-3. Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	ОПК-3.1. Знает способы проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; использования физико-химических методов исследования макромолекул и математических методов обработки результатов биологических исследований.	<i>Знает</i> методы расчета ряда физико-химических величин. Дает определения основным понятиям и закономерностям, дает характеристику основных методов и средств биологического исследования.
	ОПК-3.2. Умеет проводить экспериментальную работу с организмами и клетками; использовать физикохимические методы исследования макромолекул; использовать математические методы обработки результатов биологических исследований.	<i>Умеет</i> проводить эксперимент и объясняет наблюдаемые явления. Оценивает значимость полученных экспериментальных данных и ошибок. Выявляет взаимосвязь между структурой и свойствами. Использует методы математического моделирования в биологии.
	ОПК-3.3. Владеет способами проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; физико-химическими методами исследования макромолекул; математическими методами обработки результатов биологических исследований.	<i>Владеет</i> математическими методами расчета и графического определения физико-химических величин для обработки результатов биологических исследований. Проводит эксперименты и интерпретирует полученные результаты.
ПК-1. Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий	ПК-1.1. Изучать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования;	<i>Изучает</i> предоставленную или найденную информацию. Применяет методы поиска, оценки, отбора и обработки необходимой информации. Разрабатывает план исследования проблемной ситуации.
	ПК-1.2. Применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой;	<i>Применяет</i> современные подходы анализа и синтеза информации; применяет системный подход к решению проблемных ситуаций; вырабатывает стратегию действия с учетом проведенного анализа достоверных источников информации.

	ПК-1.3. Использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам;	<i>Использует</i> полученные знания и методы работы с профессиональными базами данных. по биологическим объектам.
	ПК-1.4. Участвовать в конструировании модифицированных или новых биологических объектов;	<i>Участвует</i> в составлении плана проведения исследования при конструировании модифицированных или новых биологических объектов;
	ПК-1.5. Использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях;	<i>Использует</i> методы поиска, оценки, отбора и обработки необходимой информации в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях. Анализирует получаемые результаты. Сравнивает лабораторные методы. Предлагает план проведения исследования. Формулирует выводы. Оценивает соответствие полученных данных теоретическим прогнозам.
	ПК-1.6. Участвовать во внедрении результатов исследований и разработок;	<i>Участвует</i> в исследовательской работе команды. Демонстрирует коммуникативные навыки. Проводит лабораторные опыты, объясняет суть конкретных реакций и их аналитические эффекты. Выполняет исходные вычисления, итоговые расчеты с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.
	ПК-1.7. Подготовить данные и составить отчеты исследований и разработок;	<i>Подготавливает</i> и оформляет отчетную документацию по экспериментальным данным. Осуществляет статистическую обработку результатов эксперимента; умеет обобщать полученные данные, визуализировать с помощью графиков, интерпретировать их.
	ПК-1.8. Участвовать в мероприятиях по защите объектов интеллектуальной собственности.	<i>Изучает</i> предоставленную или найденную информацию. Применяет методы поиска, оценки, отбора и обработки необходимой информации.

		Разрабатывает план исследования проблемной ситуации.
--	--	------------------------------------------------------

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

2.1. Типы задач профессиональной деятельности

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

- педагогические;
- научно-исследовательские;
- организационно-управленческие.

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

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

№п/п	Номер/ индекс компетенции с содержанием компетенции (или ее части)/трудовой функции	Номер индикатора компетенции с содержанием (или ее части)	Индекс трудовой функции и ее содержание	Перечень практических навыков по овладению компетенцией	Оценочные средства
1	2	3	4	5	6
1.	ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	ОПК-2.1.Знает способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей). ОПК-2.2. Владеет способами	А/01.7 Организация контроля качества клинических лабораторных исследований третьей категории сложности на преаналитическом, аналитическом и постаналитическом этапах исследований	Навыки использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин	Типовые расчеты.

		использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).			
		ОПК-2.3. Умеет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).			
	ОПК-3. Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований	ОПК-3.1. Знает способы проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; использования физикохимических методов исследования макромолекул и математических методов обработки результатов биологических исследований. ОПК-3.2. Умеет проводить экспериментальную работу с организмами и клетками; использовать физико-химические методы	А/01.7 Организация контроля качества клинических лабораторных исследований третьей категории сложности на преаналитическом, аналитическом и постаналитическом этапах исследований	Навыки проведения экспериментальных работ с организмами и клетками; использовать физикохимические методы исследования макромолекул; использовать математические методы обработки результатов биологических исследований.	Типовые расчеты.

		исследования макромолекул; использовать математические методы обработки результатов биологических исследований.			
		ОПК-3.3. Владеет способами проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; физико-химическими методами исследования макромолекул; математическими методами обработки результатов биологических исследований.			
	ПК-1.Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий	ПК-1.1. Изучать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования;	А/01.7 Организация контроля качества клинических лабораторных исследований третьей категории сложности на преаналитическом, аналитическом и постаналитическом этапах исследований	Навыки самостоятельного проведения теоретической и экспериментальной научно-исследовательской работ в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин. Навыки оформления работы в письменной форме, изложения в устной форме и участие в различных формах дискуссий	Типовые расчеты.
	ПК-1.2. Применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой;				
	ПК-1.3. Использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам;				
	ПК-1.4. Участвовать				

		в конструировании модифицированных или новых биологических объектов;			
		ПК-1.5. Использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях;			
		ПК-1.6. Участвовать во внедрении результатов исследований и разработок;			
		ПК-1.7. Подготовить данные и составить отчеты исследований и разработок;			
		ПК-1.8. Участвовать в мероприятиях по защите объектов интеллектуальной собственности.			

3. Основная часть

3.1. Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы		Всего часов/ зачетных единиц	Семестр
			№ 8
1		2	3
Аудиторные занятия (всего), в том числе:		72/2	72
Лекции (Л)		24/0,7	24
Практические занятия (ПЗ)*		48/1,3	48
Самостоятельная работа (СРО)		36/1	36
Вид промежуточной аттестации	зачет (3)	8	8
ИТОГО: Общая трудоемкость		108	108

	ЗЕТ	3	3
--	-----	---	---

* - в том числе практическая подготовка

3.2. Разделы учебной дисциплины и компетенции, которые должны быть освоены при их изучении

п/№	№ компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах (темы разделов)
1	2	3	4
1	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1	Особенности медико-биологических систем при применении квантово-химических методов.	Способности понимать основные постулаты квантовой механики.
2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1	Электронное строение биологических молекул и их биологические функции.	Способности понимать отсутствие границ для основных физических принципов между биологическими и небиологическими системами.
3	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1	Понятие биологической активности.	Способности понимать, что свойства материи определяются электронным строением молекул.
4	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1	Экспериментальные методы исследования электронного строения молекул.	Способности понимать, что биологические функции молекул обусловлены их электронным строением.
5	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1	Вариационный метод. Вариационный метод Ритца.	Квантовая биология и происхождение жизни в условиях Земли.
6	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1	Метод молекулярной механики. Метод функционала плотности.	Теория функционала плотности. Описание метода. Приближения. Применения.
7	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1	Метод молекулярной механики. Метод $mndo$. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение.	Границы применимости квантовой механики. Определение возможных значений физических величин (определение спектра величин). Вычисление вероятности того или иного значения этих величин в ансамбле микрочастиц. Изменение ансамбля во времени (движение микрочастиц).
8	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1	ЛКАО.	Сущность квантово-механической концепции описания микромира.
9	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1	Метод <i>av initio</i> . Метод Хартри-Фока.	Взгляды М.Планка, Луи де Бройля, Э.Шредингера, В.Гейзенберга, Н.Бора и др. ученых на природу микромира.

10	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1	Происхождение жизни на Земле. Квантовая механика.	Стационарная теория возмущений. Вырожденная теория возмущений.
11	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1	Квантовое туннелирование.	Спектральные характеристики. Спектры излучений и границы диапазонов. Спектральные свойства биотканей. Связь методов.

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

п/№	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
			Л	ПЗ	СРО	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	8	Особенности медико-биологических систем при применении квантово-химических методов.	2	4	3	9	Устный опрос
2		Электронное строение биологических молекул и их биологические функции.	2	5	3	10	Устный опрос
3		Понятие биологической активности.	2	5	3	10	Устный опрос
4		Экспериментальные методы исследования электронного строения молекул.	2	4	3	9	Устный опрос
5		Вариационный метод. Вариационный метод Ритца.	2	4	4	10	Устный опрос
6		Метод молекулярной механики. Метод функционала плотности.	2	5	4	11	Устный опрос
7		Метод молекулярной механики. Метод молекулярной динамики. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение.	4	5	4	11	Устный опрос
8		ЛКАО.	2	4	3	9	Устный опрос
9		Метод <i>av initio</i> . Метод Хартри-Фока.	2	4	3	10	Устный опрос
10		Происхождение жизни на Земле. Квантовая механика.	2	4	3	9	Устный опрос
11		Квантовое туннелирование.	2	4	3	10	Устный опрос
Зачет						8	Устный опрос

ИТОГО	24	48	36	108	
--------------	-----------	-----------	-----------	------------	--

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

№ п/п	Название тем лекций учебной дисциплины (модуля)	Семестр № 8
1	2	3
1	Особенности медико-биологических систем при применении квантово-химических методов.	2
2	Электронное строение биологических молекул и их биологические функции.	2
3	Понятие биологической активности.	2
4	Экспериментальные методы исследования электронного строения молекул.	2
5	Вариационный метод. Вариационный метод Ритца.	2
6	Метод молекулярной механики. Метод функционала плотности.	2
7	Метод молекулярной механики. Метод $mndo$. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение.	4
8	ЛКАО.	2
9	Метод <i>av initio</i> . Метод Хартри-Фока.	2
10	Происхождение жизни на Земле. Квантовая механика.	2
11	Квантовое туннелирование.	2
	Итого:	24

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

п/№	Название тем практических занятий вариативной части дисциплины по ФГОС и формы контроля	Семестр № 8
1	2	3
1	Расчетные методы квантовой механики.	4
2	Полуэмпирический квантово-химический расчет молекул.	5
3	Сравнение точности расчета полуэмпирическими методами.	5
4	Расчет удельной энергии связи в циклических соединениях.	4
5	Неэмпирический квантово-химический расчет молекул	4
6	Сравнение точности расчета неэмпирическими методами.	5
7	Моделирование молекулярных переходных процессов.	5
8	Моделирование молекулярной динамики.	4

9	Исследование спектров поглощения и пропускания.	4
10	Исследование водородной связи.	4
11	Ядерно-магнитный резонанс.	4
ИТОГО		48

3.6. Лабораторный практикум

Не предусмотрено учебным планом.

3.7. Самостоятельная работа обучающегося

3.7.2. Виды СРО (ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА)

п/№	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4	5
1	8	Особенности медико-биологических систем при применении квантово-химических методов.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	3
2		Электронное строение биологических молекул и их биологические функции.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	3
3		Понятие биологической активности.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	3
4		Экспериментальные методы исследования электронного строения молекул.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	3
5		Вариационный метод. Вариационный метод Ритца.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	4
6		Метод молекулярной механики. Метод функционала плотности.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	4
7		Метод молекулярной механики. Метод mndo. Адиабатическое приближение. Одноэлектронное приближение.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	4
8		ЛКАО.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	3
9		Метод <i>av initio</i> . Метод Хартри-Фока.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	3
10		Происхождение жизни на Земле. Квантовая механика.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	3
11		Квантовое туннелирование.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	3
ИТОГО				36

3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов

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.

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: УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

ОПК-1. Способен проводить наблюдения, описания, идентификацию и научную классификацию организмов (прокариот, грибов, растений и животных)

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
ОПК-2. Способен использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей)	Знает способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	Не знает способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	Хорошо знает способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).
	Владеет способами использования	Не владеет способами использования специализированных	Хорошо владеет способами использования специализированных знаний фундаментальных разделов

	<p>специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>ванных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>
	<p>Умеет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>Не умеет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>Хорошо умеет использовать специализированные знания фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>
<p>ОПК-3. Способен проводить экспериментальную работу с организмами и клетками, использовать физико-химические методы исследования макромолекул, математические методы обработки результатов биологических исследований</p>	<p>ОПК-3.1. Знает способы проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; использования физикохимических методов исследования макромолекул и математических методов обработки результатов биологических исследований.</p>	<p>Не знает способы проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; использования физикохимических методов исследования макромолекул и математических методов обработки результатов биологических исследований.</p>	<p>Хорошо знает способы проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; использования физикохимических методов исследования макромолекул и математических методов обработки результатов биологических исследований.</p>

	ОПК-3.2. Умеет проводить экспериментальную работу с организмами и клетками; использовать физикохимические методы исследования макромолекул; использовать математические методы обработки результатов биологических исследований.	Не умеет проводить экспериментальную работу с организмами и клетками; использовать физикохимические методы исследования макромолекул; использовать математические методы обработки результатов биологических исследований.	Хорошо умеет проводить экспериментальную работу с организмами и клетками; использовать физикохимические методы исследования макромолекул; использовать математические методы обработки результатов биологических исследований.
	ОПК-3.3. Владеет способами проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; физико-химическими методами исследования макромолекул; математическими методами обработки результатов биологических исследований.	Не владеет способами проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; физико-химическими методами исследования макромолекул; математическими методами обработки результатов биологических исследований.	Хорошо владеет способами проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; физико-химическими методами исследования макромолекул; математическими методами обработки результатов биологических исследований.
ПК-1. Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформ-	ПК-1.1. Изучать научнотехническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования;	Не владеет методами биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях;	Хорошо владеет методами биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях;
	ПК-1.2. Применять современные под-		

<p>лять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий</p>	<p>ходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой;</p>		
	<p>ПК-1.3. Использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам;</p>		
	<p>ПК-1.4. Участвовать в конструировании модифицированных или новых биологических объектов;</p>		
	<p>ПК-1.5. Использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях;</p>		
	<p>ПК-1.6. Участвовать во внедрении результатов исследований</p>		

	и разработок;		
	ПК-1.7. Подготовить данные и составить отчеты исследований и разработок;		
	ПК-1.8. Участвовать в мероприятиях по защите объектов интеллектуальной собственности.		

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 Тесты (Т)
ОПК-2.1. Знает способы использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	<i>Знает</i> способы выявления достоверных источников, оперирует предоставленной или найденной специализированной информацией. Разрабатывает план исследования проблемной ситуации в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.	Сколько фотонов различной частоты могут испускать атомы водорода, находящиеся во втором возбужденном состоянии? <input type="checkbox"/> 1; <input type="checkbox"/> 2; <input type="checkbox"/> 3; <input type="checkbox"/> 4
ОПК-2.2. Владеет способами использования специализированных знаний фундаментальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	<i>Владеет</i> навыками оценки качества физико-химических систем, - навыками экспериментального определения физико-химических параметров системы; - навыками определения физических величин аналитическими и графическими методами по экспериментальным данным в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	Излучение лазера – это <input type="checkbox"/> тепловое излучение; <input type="checkbox"/> вынужденное излучение; <input type="checkbox"/> спонтанное (самопроизвольное) излучение; люминесценция.
ОПК-2.3. Умеет использовать специализированные знания фундамен-	<i>Умеет</i> составлять план проведения исследования. Формулирует выводы. Оценивает со-	Волновая функция $\Psi(\{x\},t)$ должна быть <input type="checkbox"/> положительной; <input type="checkbox"/> дифференцируемой;

<p>тальных разделов математики, физики, химии и биологии для проведения исследований в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p>ответствие полученных данных теоретическим прогнозам. Применяет основные специализированные знания фундаментальных разделов: физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы. Анализирует результаты. Сравнивает методы. Применяет математические методы и осуществляет математическую обработку данных, полученных в ходе наблюдений в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).</p>	<p><input type="checkbox"/> действительной; антисимметричной.</p>
<p>ОПК-3.1. Знает способы проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; использования физико-химических методов исследования макромолекул и математических методов обработки результатов биологических исследований.</p>	<p><i>Знает</i> методы расчета ряда физико-химических величин. Дает определения основным понятиям и закономерностям, дает характеристику основных методов и средств биологического исследования.</p>	<p>В квантовой механике одновременно не могут быть определены с любой точностью</p> <p><input type="checkbox"/> энергия и время; <input type="checkbox"/> координаты и скорость; <input type="checkbox"/> импульс и энергия; импульс и координаты.</p>
<p>ОПК-3.2. Умеет проводить экспериментальную работу с организмами и клетками; использовать физикохимические методы исследования макромолекул; использовать математические методы обработки результатов биологических исследований.</p>	<p><i>Умеет</i> проводить эксперимент и объясняет наблюдаемые явления. Оценивает значимость полученных экспериментальных данных и ошибок. Выявляет взаимосвязь между структурой и свойствами. Использует методы математического моделирования в биологии.</p>	<p>При решении квантово-механической задачи вариационным методом минимизируется</p> <p><input type="checkbox"/> множители Лагранжа; <input type="checkbox"/> межэлектронное отталкивание; <input type="checkbox"/> электронная энергия; коэффициенты разложения MO по АО.</p>
<p>ОПК-3.3. Владеет способами проведения экспериментальной работы с организмами и клетками; физико-химическими методами исследования макромолекул; математическими методами обработки результатов биологических исследований.</p>	<p><i>Владеет</i> математическими методами расчета и графического определения физико-химических величин для обработки результатов биологических исследований. Проводит эксперименты и интерпретирует полученные результаты.</p>	<p>Среди перечисленных методов полуэмпирическими являются</p> <p><input type="checkbox"/> MP2; <input type="checkbox"/> MNDO; <input type="checkbox"/> CNDO; <input type="checkbox"/> ОХФ; CISD.</p>
<p>ПК-1.1. Изучать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования;</p>	<p><i>Изучает</i> предоставленную или найденную информацию. Применяет методы поиска, оценки, отбора и обработки необходимой информации. Разрабатывает план исследования проблемной ситуации.</p>	<p>В основе процедуры решения уравнений метода Хартри-Фока-Рутана лежит (лежат)</p> <p><input type="checkbox"/> аналитические формулы; <input type="checkbox"/> табулированные значения решений аналогичных систем; <input type="checkbox"/> теория возмущений; вариационный принцип.</p>

<p>ПК-1.2. Применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой;</p>	<p><i>Применяет</i> современные подходы анализа и синтеза информации; применяет системный подход к решению проблемных ситуаций; вырабатывает стратегию действия с учетом проведенного анализа достоверных источников информации.</p>	<p>При решении квантово-химических задач традиционно учитывают взаимодействия</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> сильное; <input type="checkbox"/> электростатическое; <input type="checkbox"/> кулоновское; <p>гравитационное.</p>
<p>ПК-1.3. Использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам;</p>	<p><i>Использует</i> полученные знания и методы работы с профессиональными базами данных. по биологическим объектам.</p>	<p>Волны де-Бройля</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> описывают волновые свойства микрочастиц; <input type="checkbox"/> свидетельствуют о возможности представления микрочастиц волнами; <p>свидетельствуют о возможности представления их волновым пакетом.</p>
<p>ПК-1.4. Участвовать в конструировании модифицированных или новых биологических объектов;</p>	<p><i>Участвует</i> в составлении плана проведения исследования при конструировании модифицированных или новых биологических объектов;</p>	<p>Соотношение неопределенностей является математическим выражением наличия у частиц</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> корпускулярных свойств; <input type="checkbox"/> волновых свойств; <p>как корпускулярных, так и волновых свойств.</p>
<p>ПК-1.5. Использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях;</p>	<p><i>Использует</i> методы поиска, оценки, отбора и обработки необходимой информации в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях. Анализирует получаемые результаты. Сравнивает лабораторные методы. Предлагает план проведения исследования. Формулирует выводы. Оценивает соответствие полученных данных теоретическим прогнозам.</p>	<p>Изотопический сдвиг спектральных линий обусловлен</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> конечностью массы ядра; <input type="checkbox"/> бесконечностью массы ядра; <p>зависимостью массы электрона от скорости.</p>
<p>ПК-1.6. Участвовать во внедрении результатов исследований и разработок;</p>	<p><i>Участвует</i> в исследовательской работе команды. Демонстрирует коммуникативные навыки. Проводит лабораторные опыты, объясняет суть конкретных реакций и их аналитические эффекты. Выполняет исходные вычисления, итоговые расчеты с использованием статистической обработки результатов количественного анализа.</p>	<p>С уменьшением ширины бесконечно глубокой потенциальной ямы уровни энергии</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> не смещаются; <input type="checkbox"/> смещаются вверх; <p>смещаются вниз.</p>

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	на кафедре
1	2	3	4	7	8
1	Введение в квантовую биологию: методы компьютерного моделирования в анализе биомолекулярных систем.	В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб	2006 г. Издательство Санкт-Петербургского университета — URL: https://e.lanbook.com/book/	Неограниченный доступ	
2	Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка : учебное пособие / А. С. Спирин. —	Спирин, А. С	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	Неограниченный доступ	

Дополнительная литература

п/№	Наименование	Автор(ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	7	8
2	Медицинская биофизика [Электронный ресурс]: учебник для вузов. Режим доступа: http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785299003352.html	Самойлов В. О.	СПб.: СпецЛит, 2007.- 560 с.	Неограниченный доступ	

	Квантовая биофизика животных и человека [Текст] : учеб. пособие	Жу- рав- лев А. И	4-е изд., перераб. и доп. - М. : БИ- НОМ. Лабора- тория знаний, 2015. - 398,[2] с. : ил.	15
--	--------------------------------------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

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

1. www.studmedlib.ru (Электронно-библиотечная система «Консультант студента» для ВПО)
2. <http://e.lanbook.com> (Электронно-библиотечная система «Лань»)
3. <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 такового объекта в соответствии с документами по технической инвентаризации)
1	2	3	4
1	Высшее, специалитет, 06.05.01 Биоинформатика и биоинженерия	<p>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.</p> <p>Компьютерный класс № 344 Оборудование: учебная меловая доска. моноблоки. Мебель: парты на 15 рабочих мест, компьютерные столы 14 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), стулья.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 «Из-мерение периода полураспада долгоживущего изотопа» ФП-ЯФ-ПП- 1 шт. Лабораторная установка «Определение</p>	450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Пушкина, д. 96, корп. 98. Этаж 3.

	степени черно-ты 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://biomolecula.ru/> - биомолекула - сайт, посвящённый молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии.
- <https://www.merlot.org/merlot/index.htm> - MERLOT - Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching.
- www.elibrary.ru - национальная библиографическая база данных научного цитирования (профессиональная база данных)
- www.scopus.com - крупнейшая в мире единая реферативная база данных (профессиональная база данных)
- www.pubmed.com - англоязычная текстовая база данных медицинских и биологических публикаций (профессиональная база данных).

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 Enterprise	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 со-	1	Компания «Первый	Сервер

		ставе ЭИОС БГМУ) (российское ПО) (российское ПО)		БИТ"	
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	Пакет для статистического анализа данных	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	Пакет для статистического анализа данных	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	Пакет для статистического анализа данных	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)	Пакет для статистического анализа данных	50	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер
19.	Программа для ЭВМ с открытым ключом Orange Data Mining для интеллектуального анализа данных	Набор инструментов для визуализации данных, машинного обучения и интеллектуального анализа данных с открытым исходным кодом.	80	Люблянский университет (Словения)	Кафедра медицинской физики

20	Программа для ЭВМ с открытым ключом Loginom для интеллектуального анализа данных	Набор инструментов для визуализации данных, машинного обучения и интеллектуального анализа данных с открытым исходным кодом.	80	ООО «Аналитические технологии»	Кафедра медицинской физики
21	Программа для ЭВМ SciLab с открытым ключом	Пакет прикладных математических программ, предоставляющий открытое окружение для инженерных и научных расчётов.	80	Консорциум <i>Scilab Consortium (Франция)</i>	Кафедра медицинской физики