

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Кафедра медицинской физики с курсом информатики*

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
Валитов И. А.



2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОЛОГИИ**

Уровень образования  
Высшее – *Специалитет*  
Специальность  
*30.05.02 Медицинская биофизика*

Квалификация  
*Врач - биофизик*

Форма обучения

*Очная*

Для приема: *2023*

При разработке рабочей программы учебной дисциплины «Математическое моделирование в биологии» в основу положены:

- 1) ФГОС ВО 3 по специальности (направлению подготовки) 30.05.02 - Медицинская биофизика, утвержденный приказом Министерством науки и высшего образования Российской Федерации №1002 от «13» августа 2020 г;
- 2) Учебный план по специальности (направлению подготовки) 30.05.02 - Медицинская биофизика, утвержденный Ученым советом ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России от «30» мая 2023 г., протокол № 5;
- 3) Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ № 138н от «11» марта 2019 г. «Об утверждении профессионального стандарта «Врач-биофизик».

Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование в биологии» одобрена на заседании кафедры медицинской физики с курсом информатики, от «18» апреля 2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой, д.ф.-м.н., доцент

  
А. А. Кудрейко

Рабочая программа учебной дисциплины «Математическое моделирование в биологии» одобрена УМС по специальности 30.05.02 - Медицинская биофизика «25» апреля 2023 г. протокол № 9.

**Председатель УМС**  
по специальности  
30.05.02 - Медицинская биофизика

  
Н.В.Кудашкина

**Разработчики:**

Доцент, к.ф.- м.н.

З.Ф.Аксенова

## Содержание рабочей программы

1. Пояснительная записка4
- 1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы4
- 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенцийб
2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины7
- 2.1. Типы задач профессиональной деятельности7
- 2.2. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и индекса трудовой функции7
3. Содержание рабочей программы8
- 3.1 Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы8
- 3.2. Перечень разделов учебной дисциплины и компетенций с указанием соотнесенных с ними тем разделов дисциплины9
- 3.3. Разделы учебной дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы контроля10
- 3.4 Название тем лекций и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля)10
- 3.5. Название тем практических занятий в том числе практической подготовки и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).10
- 3.6 Лабораторный практикум11
- 3.7. Самостоятельная работа обучающегося11
- 3.7.2. Виды СРО (ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА)11
- 3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов12
4. Фонд оценочных материалов (оценочные средства) для контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля)12
- 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. 12
- 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. 13
5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины (модуля)14
- 5.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины (модуля)14
- 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной дисциплины (модуля)16
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)17
- 6.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)18
- 6.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы19
- 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства20

## 1. Пояснительная записка

В условиях интенсивного научно-технического прогресса математические и компьютерные методы занимают важное место в современных биологических исследованиях. Без них было бы невозможным выполнение таких глобальных проектов, как геном человека, расшифровка пространственной структуры сложных биомакромолекул, дистанционная диагностика, компьютерное моделирование новых эффективных лекарств («драг-дизайн»), планирование мероприятий по предотвращению распространения эпидемий, анализ экологических последствий работы промышленных объектов, биотехнологические производства и многое другое.

Современная медицина характеризуется применением в лечебных и диагностических методах технологических решений, основанных на современных математических методах. Знание математических методов, практических приемов и навыков применения математического аппарата как средства решения задач физического, биологического, химического и иного характера, встречающихся как в процессе изучения профильных дисциплин, так и в профессиональной деятельности, становится важнейшей составляющей квалификационной характеристики выпускника медицинского университета.

### **1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Математическое моделирование в биологии» относится к обязательной части учебного плана по направлению 30.05.02 - Медицинская биофизика.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1.

**Цель изучения дисциплины:** «Математическое моделирование в биологии» являются овладение математическими методами для решения интеллектуальных задач и, приобретение навыков использования универсального аппарата и широкого арсенала технических приемов математики при дальнейшем изучении профильных дисциплин, построении математических моделей различных явлений и процессов.

Достижение этой цели обеспечивает выпускнику получение высшего профессионально профилированного образования и обладание перечисленными общими и предметно-специализированными компетенциями. Они способствуют его социальной мобильности, устойчивости на рынке труда и успешной работе в самых разнообразных сферах (научно-исследовательская деятельность, аналитическая поддержка процессов принятия решений для управления микробиологическим предприятием и проч.).

При этом задачами дисциплины являются:

- Освоение системы базовых понятий, отражающих системный подход при описании современного мира, где акцентируется внимание на роль информационных процессов в системах различной природы;
- Формирование у обучающегося способности при сборе, обработке, анализе и систематизации научно-технической информации для организационно — управленческой и педагогической деятельности;
- Формирование у обучающегося способности и готовности к участию в постановке научно-исследовательских задач;
- Формирование у обучающегося способности и готовности анализировать социально значимые проблемы, процессы, использовать в различных видах производственно - технологической деятельности

### **Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ОПОП специальности**

Дисциплина «Математическое моделирование в биологии» Блок 1, обязательная часть, осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении всех естественнонаучных дисциплин, в числе которых: информатика, физика, цикл химических дисциплин, биология, а также

при изучении дисциплин профессионального цикла: общая биология, микробиология, вирусология.

## 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-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Использует знания о современных актуальных проблемах, основных открытиях и методологических разработках в области биологических и смежных наук, понимает междисциплинарные связи и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности.	<i>Знать</i> способы анализа проблемной ситуации как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. Разрабатывать план исследования проблемной ситуации в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин. Использовать достоверные источники, оперирует предоставленной или найденной специализированной информацией.
	ОПК-1.2. Анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в избранной сфере профессиональной деятельности, формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку.	<i>Владеть</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). Анализировать научно-популярную литературу.

	ОПК-1.3. Способен планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские работы в области биотехнологии, проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы.	Уметь формулировать выводы и оценивать соответствие полученных данных теоретическим прогнозам. Применять основные специализированные знания фундаментальных разделов: физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы. Анализировать результаты. Сравнить методы. Применять математические методы и осуществляет математическую обработку данных, полученных в ходе наблюдений в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей). Составлять план проведения исследования.
--	--	---

## 2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

### 2.1. Типы задач профессиональной деятельности

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

#### 1. Научно-исследовательская

### 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/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
2.	ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Использует знания о современных актуальных проблемах, основных открытиях и методологических разработках в области биологических и смежных наук, понимает междисциплинарные связи и	В/01.7 Выполнение фундаментальных научных исследований в области медицины и биологии	Навыками моделирования основных процессов предстоящего исследования с целью выбора методов исследования и (или) создания новых методик.	Типовые расчеты.

		<p>способен их применять при решении задач профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-1.2. Анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в избранной сфере профессиональной деятельности, формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку.</p> <p>ОПК-1.3. Способен планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские работы в области биотехнологии, проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы.</p>			
--	--	--	--	--	--

### 3. Содержание рабочей программы

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

Вид учебной работы	Всего часов/ зачетных единиц	Семестры
		№ 3 часов
1	2	3
<b>Контактная работа (всего), в том числе:</b>	<b>72/2</b>	<b>72</b>
Лекции (Л)	18/0,5	18



Практические занятия (ПЗ),		54/1,5	54
Самостоятельная работа обучающегося (СРО)		36/1	36
Подготовка к занятиям (ПЗ)		12/0,3	12
Подготовка к текущему контролю (ПТК)		12/0,3	12
Подготовка к промежуточному контролю (ППК)		12/0,3	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/№	Индекс Компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах (темы разделов)
1	2	3	4
1	ОПК-1	Классификация математических моделей.	Понятие модели. Примеры моделей. Типы моделей. Классификация математических моделей. Примеры имитационных моделей. Специфика моделей живых систем.
2	ОПК-1	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	Стационарное состояние (точка покоя, особая точка, состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. Аналитический метод исследования устойчивости стационарного состояния (метод Ляпунова). Линеаризация системы в окрестности стационарного состояния. Логистическое уравнение. Применение дифференциальных уравнений в биологии.
3	ОПК-1	Модели роста популяции	Уравнение экспоненциального роста. Ограниченный рост. Модель популяции с наименьшей критической численностью. Дискретные модели популяций. Уравнение с запаздыванием.
4	ОПК-1	Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений	Фазовая плоскость. Метод изоклин. Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Метод функций Ляпунова исследования устойчивости стационарного состояния.
5	ОПК-1	Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений	Задача Коши. Сведение дифференциального уравнения высшего порядка к системе дифференциальных уравнений первого порядка. Метод Эйлера-Коши. Метод Рунге-Кутты. Возможные задачи модельного исследования.

### 3.3. Разделы учебной дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы контроля

п/ №	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающегося (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
			Л	ПЗ	СРО	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	3	Классификация математических моделей.	4	12	9	25	контрольная работа, письменное тестирование
2	3	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	6	15	9	30	контрольная работа, письменное тестирование
3	3	Модели роста популяции. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений	4	15	9	28	контрольная работа, письменное тестирование
4	3	Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений	4	12	9	25	контрольная работа, письменное тестирование
Зачет							Устный опрос, письменный ответ на билет
<b>ИТОГО:</b>			<b>18</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>108</b>	

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

п/№	Название тем лекций учебной дисциплины (модуля)	Кол-во часов
1	2	3
3 семестр		
1.	Классификация математических моделей.	4
2.	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	6
3.	Модели роста популяции. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений	4
4.	Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений	4
<b>ИТОГО:</b>		<b>18</b>

### 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 базовой части дисциплины по ФГОС и формы контроля	Объем по семестрам	
		Всего часов	№ Семестр

1	2	3	4
1.	Понятие модели. Примеры моделей. Типы моделей. Классификация математических моделей. Примеры имитационных моделей. Специфика моделей живых систем.	12	12
2.	Стационарное состояние (точка покоя, особая точка, состояние равновесия). Устойчивость состояния равновесия. Аналитический метод исследования устойчивости стационарного состояния (метод Ляпунова). Линеаризация системы в окрестности стационарного состояния. Логистическое уравнение. Применение дифференциальных уравнений в биологии.	15	15
3.	Уравнение экспоненциального роста. Ограниченный рост. Модель популяции с наименьшей критической численностью. Дискретные модели популяций. Уравнение с запаздыванием.	15	15
4.	Фазовая плоскость. Метод изоклин. Устойчивость стационарного состояния. Линейные системы. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Метод функций Ляпунова исследования устойчивости стационарного состояния. Возможные задачи модельного исследования.	12	12
<b>ИТОГО:</b>			54

### 3.6 Лабораторный практикум

По решению заседания кафедры лабораторный практикум заменен на практические занятия.

### 3.7. Самостоятельная работа обучающегося

#### 3.7.2. Виды СРО (ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА)

№ п/п	№ се м е ст ра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4	5
1.	3	Классификация математических моделей.	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю.	9
2.	3	Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю	9
3.	3	Модели роста популяции. Модели, описываемые системами двух автономных дифференциальных уравнений	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю	9
4.	3	Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений	Подготовка к занятиям, подготовка к тестированию, подготовка к текущему контролю	9

### 3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов

1. Приложение элементов линейной алгебры к решению прикладных задач биологии.
2. Приложение аналитической геометрии к решению прикладных задач физики.
3. Приложение дифференциального исчисления к решению прикладных задач химии.
4. Приложение дифференциального исчисления к решению прикладных задач физики.
5. Приложение дифференциального исчисления к решению прикладных задач биологии.
6. Приложение интегрального исчисления к решению прикладных задач химии.
7. Приложение интегрального исчисления к решению прикладных задач физики.
8. Приложение интегрального исчисления к решению прикладных задач биологии.
9. Приложение аппарата дифференциальных уравнений при моделировании процессов химии

## 4. Фонд оценочных материалов (оценочные средства) 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-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения	
		Не зачтено	Зачтено
ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Использует знания о современных актуальных проблемах, основных открытиях и методологических разработках в области биологических и смежных наук, понимает междисциплинарные связи и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности.	Не знает способы анализа проблемной ситуации как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. Разрабатывает план исследования проблемной ситуации в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин.	На достаточно хорошем уровне использует знания о современных актуальных проблемах, основных открытиях и методологических разработках в области биологических и смежных наук, понимает междисциплинарные связи и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности. Умеет применять математических аппарат к решению профессиональных

			задач.
	ОПК-1.2. Анализирует тенденции развития научных исследований и практических разработок в избранной сфере профессиональной деятельности, формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку.	Не владеет навыками оценки качества физико-химических систем, - навыками экспериментального определения физико-химических параметров системы; Не владеет навыками определения физических величин аналитическими и графическими методами по экспериментальным данным в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).	Хорошо анализирует научные исследования и практические разработки в избранной сфере профессиональной деятельности, формулирует инновационные предложения для решения нестандартных задач, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку.
	ОПК-1.3. Способен планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские работы в области биотехнологии, проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы.	Применяет основные специализированные знания фундаментальных разделов: физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы, но допускает существенные ошибки. Применяет математические методы и осуществляет математическую обработку данных, полученных в ходе наблюдений в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей), но допускает существенные ошибки.	На достаточно хорошем уровне владеет математическими методами и осуществляет математическую обработку данных, полученных в ходе наблюдений в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей).

**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	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства Тесты (Т)
--	-----------------------------------	------------------------------

компетенции		
<p>ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности</p>	<p><i>Знать</i> способы анализа проблемной ситуации как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними. Разрабатывать план исследования проблемной ситуации в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин. Использовать достоверные источники, оперирует предоставленной или найденной специализированной информацией.</p>	<p>Пусть <math>y=y(x)</math> – решение уравнения <math>y'+xy=x</math> удовлетворяющее условию <math>y(0)=2</math>. Найти <math>y(\sqrt{2})</math> (с точностью до 0,1).</p> <p>а) 1,4 б)-1,4 в) 2 г)-1</p>
	<p><i>Владеть</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). Анализировать научно-популярную литературу.</p>	<p>Найти решение уравнения <math>y' = \frac{-x+y}{x}</math>, удовлетворяющее условию <math>y(1)=0</math>. В ответе дать значение <math>y(2)</math>.</p> <p>а) -0,75 б) 0,5 в) -2 г) 1</p>
	<p><i>Уметь</i> формулировать выводы и оценивать соответствие полученных данных теоретическим прогнозам. Применять основные специализированные знания фундаментальных разделов: физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы. Анализировать результаты. Сравнить методы. Применять математические методы и осуществляет математическую обработку данных, полученных в ходе наблюдений в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин (модулей). Составлять план проведения исследования.</p>	<p>Интервал возрастания функции <math>y=3-x^2</math>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>(-\infty;0)</math></li> <li>2. <math>(-\sqrt{3};0)</math></li> <li>3. <math>(0;\sqrt{3})</math></li> <li>4. <math>(0;+\infty)</math></li> </ol>

## 5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

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

#### Основная литература

<b>п / №</b>	<b>Наименование</b>	<b>Автор (ы)</b>	<b>Год, место издания</b>	<b>Кол-во экземпляров в биб-лиотеке</b>
1	2	3	4	5
1.	Основы высшей математики: учебник	Лобозкая, Н. Л.	- 2-е изд., перераб. и доп., стереотипное издание. Перепечатка с издания 1978 г. - М. : Альянс, 2015. - 479 с.	1144
2.	Теория вероятностей и математическая статистика: учебник	В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Бл. Х. Сендов ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова.	3-е изд., перераб. и доп. - М. : Проспект : Изд-во МГУ, 2007 - . - (Классический университетский учебник). Ч. 1. - 2007. - 660 с	10
3.	Математические методы в биологии : учебное пособие	Чудновская, Г. В.	Иркутск : Иркутский ГАУ, 2012. — 116 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/156795">https://e.lanbook.com/book/156795</a> (дата обращения: 14.03.2023).	Неограниченный доступ

### Дополнительная литература

<b>п/ №</b>	<b>Наименование</b>	<b>Автор (ы)</b>	<b>Год, место издания</b>	<b>Кол-во экземпляров в библиотеке</b>
1	2	3	4	5
1	Математические методы в биологии (математическая статистика) : учебно-методическое пособие—	Абдурахманов, Р. Г.	Махачкала : ДГУ, 2018. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/158331">https://e.lanbook.com/book/158331</a> (дата обращения: 14.03.2023).	Неограниченный доступ
2	Математика и математические методы в биологии : учебно-методическое пособие	Галанина, О. В.	Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2021. — 133 с. — Текст : электронный //	Неограниченный доступ

			Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/191434">https://e.lanbook.com/book/191434</a> (дата обращения: 14.03.2023).	
3	Математические методы в биологии : учебно-методическое пособие	Иванов, В. И.	Кемерово : КемГУ, 2012. — 196 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/44336">https://e.lanbook.com/book/44336</a> (дата обращения: 14.03.2023).	Неограниченный доступ
4	Методы статистического анализа в медицине и биологии. Примеры и задания	Неустроев Е. П.	Якутск : Издательский дом СВФУ, 2021. - 96 с. - ISBN 9785751332037. - Текст : электронный // ЭБС "Букап" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.books-up.ru/ru/book/metody-statisticheskogo-analiza-v-medicine-i-biologii-primery-i-zadaniya-14507514/">https://www.books-up.ru/ru/book/metody-statisticheskogo-analiza-v-medicine-i-biologii-primery-i-zadaniya-14507514/</a>	Неограниченный доступ
5	Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры	Самарский, А. А.	2-е изд., испр. - М. :Физматлит, 2005. - 316 с.	30
6	Задачи по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике, математическому программированию с решениями [Текст]: учеб. пособие	Шапкин А. С.	4-е изд. - М. : Дашков и К, 2007. - 431 с.	30

## 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	<p>Высшее, специалитет, 30.05.02 Медицинская биофизика</p>	<p style="text-align: center;"><b>Компьютерный класс № 402</b></p> <p>Оборудование: интерактивная доска, учебная меловая поворотная доска, мультимедийный проектор, моноблоки, компьютер.</p> <p>Мебель: парты на 14 рабочих мест, компьютерные столы на 16 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), стулья.</p> <p style="text-align: center;"><b>Компьютерный класс № 344</b></p> <p>Оборудование: учебная меловая доска. моноблоки.</p> <p>Мебель: парты на 15 рабочих мест, компьютерные столы 14 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), стулья.</p> <p style="text-align: center;"><b>Компьютерный класс № 345</b></p> <p>Оборудование: интерактивная доска, мультимедийный проектор, моноблоки, учебная меловая доска.</p> <p>Мебель: компьютерные столы на 16 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), стулья.</p> <p style="text-align: center;"><b>Компьютерный класс № 346</b></p> <p>Оборудование: интерактивная доска, мультимедийный проектор, моноблоки, учебная меловая доска.</p> <p>Мебель: компьютерные столы на 16 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), стулья.</p> <p style="text-align: center;"><b>Компьютерный класс № 347</b></p> <p>Оборудование: интерактивная доска, мультимедийный проектор, моноблоки, учебная меловая доска.</p> <p>Мебель: компьютерные столы на 16 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), стулья.</p> <p style="text-align: center;"><b>Учебные аудитории: № 350,352,328,633,641:</b></p> <p>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 степени черно-ты твердого тела» Ф-СЧ-ТТ-01 – 1шт. Поляриметр круговой СМ-3-1шт.</p> <p>Мебель: столы – 15 шт стулья – 30 шт</p>	<p>450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Пушкина, д. 96, корп. 98. Этаж 3.</p>

## 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](http://www.elibrary.ru) - национальная библиографическая база данных научного цитирования (профессиональная база данных)
- [www.scopus.com](http://www.scopus.com) - крупнейшая в мире единая реферативная база данных (профессиональная база данных)
- [www.pubmed.com](http://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 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)	1	Компания «Первый	Сервер

		(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	80	Люблянский университет (Словения)	Кафедра медицинской физики

		кодом.			
20	Программа для ЭВМ с открытым ключом Logipom 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