

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Актуализировано:  
на заседании кафедры общей физики  
протокол № 8 от «16» июня 2017 г.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой



/Балапанов М.Х.



/Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Математическое моделирование биологических процессов

вариативная

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

**03.03.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки

**Медицинская физика**

Квалификация

**бакалавр**

Разработчик (составитель)

доцент, к.ф.-м.н., доцент



/\_Акманова Г.Р.

Для приема: 2016 г.

Уфа 2017 г.

Составитель:  
Акманова Г.Р.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры общей физики протокол от «16» июня 2017 г. № 8.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры, протокол № 6 от « 6 » июня 2018 г.: обновлены программное обеспечение и база данных.

Заведующий кафедрой

 / Балапанов М.Х.

### Список документов и материалов (оглавление)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - (Приложение №1)	5 (19)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
4.3. Рейтинг-план дисциплины (Приложение №2)	8(22)
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	17
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	17
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

При изучении дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ПК-1: способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

ПК-5: способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. Знать основные положения в области физики для освоения профильных дисциплин	ПК-1	
	2. Знать специализированные знания в области физики для освоения профильных дисциплин.	ПК-1	
	3. Знать современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации	ПК-5	
Умения	1. Уметь решать стандартные специализированные задачи в физике.	ПК-1	
	2. Уметь анализировать и применять физические законы и явления для решения задач.	ПК-1	
	3. Уметь пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации	ПК-5	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. Владеть навыками постановки и решения специализированных задач в физике.	ПК-1	
	2. Владеть навыками пользования современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации	ПК-5	

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

Дисциплина «Математическое моделирование биологических процессов» относится к *вариативной* части рабочего учебного плана.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Цели изучения дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов»:

Целью учебной дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» на 4 курсе в 8 семестре являются: обеспечить овладение основными понятиями и методами математического моделирования биологических процессов.

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование математического мышления при работе с данными биологических исследований и экспериментов,
- знакомство с основными видами математических моделей, приемами анализа и интерпретации биологической информации, а также обучение методам математического моделирования биологических процессов, с последующей оценкой корректности разработанных моделей.

Для изучения дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» необходимо знание следующих разделов курсов общей физики: механики, молекулярной физики, электричество и магнетизма, оптики, атомной физики. Студенты должны владеть основными законами и понятиями этих разделов, а также обладать знаниями в области информатики и программирования.

Освоение этой дисциплины необходимо для дальнейшего изучения специальных дисциплин профиля «Медицинской физики» («Физические основы томографии», «Радиационная физика», «Основы интроскопии», «Медицинские приборы, аппараты, системы», «Физические основы использования лазеров и оптических источников света в медицине», «Ультразвук в медицине»).

По окончании изучения дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» студент должен знать основными понятиями и методами математического моделирования биологических процессов.

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

**ПК-1:** способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Зачтено»	«Не зачтено»
Первый этап	Знать: 1) основные положения в области физики для освоения профильных дисциплин; 2) специализированные знания в области физики для освоения профильных дисциплин;	Знает основные положения в области физики для освоения профильных дисциплин; специализированные знания в области физики для освоения профильных дисциплин;	Не знает основные положения в области физики для освоения профильных дисциплин; специализированные знания в области физики для освоения профильных дисциплин;
Второй этап	Уметь: 1) решать стандартные специализированные задачи в физике; 2) анализировать и применять физические законы и явления для решения задач;	Умеет решать стандартные специализированные задачи в физике; анализировать и применять физические законы и явления для решения задач;	Не умеет решать стандартные специализированные задачи в физике; анализировать и применять физические законы и явления для решения задач;
Третий этап	Владеть: 1) навыками постановки и решения специализированных задач в физике;	Владеет навыками постановки и решения специализированных задач в физике;	Не владеет навыками постановки и решения специализированных задач в физике;

**ПК-5:** способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
		«Зачтено»	«Не зачтено»
Первый этап	Знать: 6) современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации.	Знает основные положения в современных методах обработки, анализа и синтеза физической информации.	Не знает современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации.
Второй этап	Уметь: 6) пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации.	Умеет пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации.	Не умеет пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации.
Третий этап	Владеть: 4) навыками пользования современными методами обработки,	Владеет навыками пользования современными методами обработки,	Не владеет навыками пользования современными методами обработки,

	анализа и синтеза физической информации.	анализа и синтеза физической информации.	анализа и синтеза физической информации.
--	--	--	--

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины.

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. Знать основные положения в области физики для освоения профильных дисциплин	ПК-1	Тест Коллоквиум
	2. Знать специализированные знания в области физики для освоения профильных дисциплин.	ПК-1	Тест Коллоквиум
	3. Знать современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации	ПК-5	Тест Коллоквиум
2-й этап Умения	1. Уметь решать стандартные специализированные задачи в физике.	ПК-1	Тест Контрольная работа Лабораторная работа
	2. Уметь анализировать и применять физические законы и явления для решения задач.	ПК-1	Тест Контрольная работа Лабораторная работа
	3. Уметь пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации	ПК-5	Тест Контрольная работа Лабораторная работа
3-й этап Владеть навыками	1. Владеть навыками постановки и решения специализированных задач в физике.	ПК-1	Лабораторная работа
	2. Владеть навыками пользования современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации	ПК-5	Лабораторная работа

### 4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в Приложении № 2.

#### Вопросы для подготовки к зачету

1. Основы теория моделирования. Основные виды моделирования (имитационное моделирование, математическое моделирование, экспериментально-статистическое моделирование).
2. Объекты моделирования. Инструментальные средства моделирования. Языки моделирования. Анализ и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ. Особенности моделирования биологических и технических процессов и систем.



3. Виды моделей динамических систем (дискретные и непрерывные, линейные и нелинейные). Примеры.
4. Моделирование биологических процессов посредством дискретных отображений. Логистическое отображение.
5. Анализ и моделирование линейных непрерывных динамических систем. Устойчивость состояния равновесия. Виды состояний равновесия.
6. Анализ и моделирование нелинейных непрерывных динамических систем. Линеаризация. Локальный анализ.
7. Анализ и моделирование нелинейных непрерывных динамических систем. Модель Лотки.
8. Анализ и моделирование модели «хищник-жертва» (модель Вольтерра). Модификации модели.
9. Виды аттракторов динамических систем.
10. Колебания и ритмы в биологических системах. Брюсселятор.
11. Колебания и ритмы в биологических системах. Модель гликолиза.
12. Мультистационарные системы. Осциллятор Дуффинга-Холмса.
13. Модели взаимодействия двух видов. Классификация типов взаимодействия.
14. Многовидовые популяционные модели. Система Лоренца. Динамический хаос.

Шкалы оценивания:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов), не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

## Задания для контрольной работы

### Описание контрольной работы

Каждому студенту дается одна задача, которая оценивается до 100 баллов.

Задачи для контрольной работы.

1. Описательная статистика (среднее, 95% доверительный интервал, медиана и квартили) для исходных и преобразованных данных (преобразования логарифма, квадратного корня, угловое фи- преобразование)
2. Выборочные сравнения для случая двух групп. Выбор параметрического (t-критерий Стьюдента) или непараметрического (критерий Манна – Уитни) метода для количественных показателей или анализ таблицы сопряженности (критерий хи-квадрат) для качественных признаков с обоснованием выбора. Написание статистической части раздела «Материал и методы», описание результатов, график, вывод.
3. Выборочные сравнения для случая трёх и более групп. Выбор параметрического (дисперсионный анализ) или непараметрического (критерий Краскела – Уоллиса) метода сравнения или анализ таблицы сопряженности (критерий хи-квадрат, анализ остатков) для качественных признаков с обоснованием выбора. Множественные сравнения. Написание статистической части раздела «Материал и методы», описание результатов, график, вывод.
4. Анализ зависимости. Выбор метода линейной регрессии с обоснованием. Уравнение регрессии, оценка качества подгонки с расчётом коэффициента детерминации, оценка статистической значимости. Написание статистической части раздела «Материал и методы», описание результатов, график, вывод.
5. Культуру фибробластов мышцы СЗН10Т1/2 подвергали рентгеновскому облучению в дозе 8 Гр, выделяли фокусы трансформации, а из них получали клональные линии. Такие линии характеризовались высокой долей клеток с нарушениями числа хромосом (анеу- и полиплоидией). Через 2 пассажа отмечалось 30% аномальных клеток из 500 проанализированных. Через 20 пассажей – 28% из 1500 клеток. Следует ли трактовать результаты опыта как тенденцию к возврату культур в нормальное состояние или можно предположить индукцию радиацией нестабильного состояния генома?
6. На март-апрель запланирована серия экспериментов по оценке действия ряда препаратов на показатели иммунитета белых крыс. В январе была проведена отработка методики: у 8 интактных животных был определен бактерицидный индекс сыворотки крови. Эти значения составили:  
97 98 97 96 96 95 90 94 .  
В контрольной группе первого проведенного в марте эксперимента индексы были:  
89 96 91 74 78.  
Значения в опыте имели лишь тенденцию к различиям с контролем, поэтому поступило предложение увеличить объем выборки, объединив пробную зимнюю и контрольную весеннюю группы в одну. Корректно ли такое объединение?

### Критерии оценивания освоения компетенций по контрольной работе

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Критерии оценивания	
			«не зачтено»	«зачтено»
1-й этап Знания	1. Знать основные положения в области физики для освоения профильных дисциплин	ПК-1	Не знает	знает
	2. Знать специализированные знания в области физики для освоения профильных дисциплин.	ПК-1	Не знает	знает
	3. Знать современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации	ПК-5	Не знает	знает
2-й этап Умения	1. Уметь решать стандартные специализированные задачи в физике.	ПК-1	Не умеет	Умеет
	2. Уметь анализировать и применять физические законы и явления для решения задач.	ПК-1	Не умеет	Умеет
	3. Уметь пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации	ПК-5	Не умеет	Умеет
3-й этап Владеть навыками	1. Владеть навыками постановки и решения специализированных задач в физике.	ПК-1	Не владеет	Владеет
	2. Владеть навыками пользования современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации	ПК-5	Не владеет	Владеет

#### Описание методики оценивания вопросов письменных работ:

- 100 баллов выставляется студенту, если представлен полный ответ;
- 80-99 баллов выставляется студенту, если при верном ответе, но допущены недочеты;
- 60-79 баллов выставляется студенту, если дан неполный ответ;
- 1-59 баллов выставляется студенту, если дан частичный ответ;
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа или при полностью неверном ответе.

#### Задания для проведения письменных опросов (тестов)

##### Описание теста.

Содержит задания для рубежного контроля усвоения материала. Тест рассчитан на 45 минут, состоит из 17 заданий. Каждое задание оценивается в 1 балл.

##### Пример теста

1. Модель это...
  1. Объект – заменитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала.
  2. Образец кого-либо изделия для серийного производства.
  3. Предмет, воспроизведенный в уменьшенном размере.
  
2. Моделирование это...
  1. Процесс изготовления моделей.
  2. Замещение исследуемого объекта другим объектом с целью получения информации о свойствах оригинала путем исследования свойств модели.
  3. Построение объектов – аналогов исследуемых объектов – оригиналов.
  
3. Система это...
  1. Множество закономерно связанных друг с другом элементов любой природы.
  2. Совокупность понятий, используемых при изучении явлений.
  3. Совокупность еденных правил, используемых для управления объектами.
  
4. Биологическая система это...
  1. Система состоит из живых объектов.
  2. Системы, встречающаяся только в природе.
  3. Совокупность биологических элементов, представляющих собой определенное единство и связанных общей функцией.
  
5. Структура системы это...
  1. Совокупность элементов системы и связей между ними.
  2. Строение или устройство системы.
  3. Расположение элементов в системе.
  
6. Детерминированное моделирование это...
  1. Отображает процессы, в которых отсутствует всякое случайное воздействие.
  2. Создание моделей по заранее определенным правилам.
  3. Отображает процессы, которые не изменяются во времени.
  
7. Стохастическое моделирование
  1. Отображает процессы, в которых отсутствует случайное воздействие.
  2. Отображает процессы, на которые оказывают влияние случайные и вероятностные события и процессы.
  3. Создание моделей со случайными параметрами.
  
7. Статистическое моделирование это...
  1. Служит для описания поведения исследуемого объекта в какой-либо заданный момент времени.
  2. Служит для отображения статических процессов и объектов.
  3. Отображает процессы параметры, которых являются случайными величинами.
  
8. Динамическое моделирование это...
  1. Отображает процессы, в которых отсутствует влияние случайных воздействий.
  2. Отражает поведение объектов во времени.
  3. Отражает силовые (динамические)связи в исследуемой системе.

9. Аналоговое моделирование это...
  1. Основано на применении аналогий различных уровней.
  2. Применяется для моделирования непрерывных процессов.
  3. Используется для исследования аналоговых сигналов.
  
10. Математическая модель это...
  1. Совокупность математических объектов к соотношений между ним, описывающих исследуемые процессы или объекты.
  2. Модели, используемые в математике для решения задач.
  3. Уравнения и формулы, полученные в результате опытов и экспериментов.
  
11. Имитационная модель это...
  1. Модель, на которой воспроизводятся (имитируются) исследуемые свойства сис-
  2. Формальное описание логики функционирования исследуемой системы во вре-  
мени, обеспечивающие статистических экспериментов.
  3. Модели, которые используются для имитации работы автоматов.
  
12. Компьютерное моделирование это...
  1. Компьютерное моделирование с использованием средств вычислительной техники.
  2. Использование компьютерных технологий в процессе медико-биологических исследований.
  3. Моделирование компьютеров и микропроцессоров.
  
13. Концептуальная модель это...
  1. Содержательная модель, определяющая структуру системы, свойства её элемен-  
тов и связи между ними существенные для достижения цели моделирования.
  2. Модель системы, построенная на единых физических или других принципов.
  3. Модель объекта или системы, отражающая определенное единое понимание яв-  
лений или процессов.
  
14. Что является мерой сложности биологических и других систем?
  1. Количество состояний, которое может принимать система.
  2. Количество элементов, входящих в систему.
  3. Количество подсистем или объектов различной физической природы.
  
15. Что характеризует энтропия системы?
  1. Степень неопределенности системы.
  2. Сложность системы.
  3. Структурную организованность системы.
  
16. В чем заключается принцип «черного ящика» при моделировании?
  1. Моделирование проводится на установке, которая называется «черный ящик»
  2. При моделировании известны входные и параметры объекта, определяются вы-  
ходные параметры.
  3. Определяется математическая модель между входными и выходными парамет-  
рами при неизвестных параметрах объекта.
  
17. Дайте определения фактора при планировании экспериментов.

1. Независимая входная переменная, влияние которой на реакцию системы или объекта изучается.
2. Это переменная, которая используется для факторного анализа биологической системы.
3. Это основная характеристика биологического объекта или системы, так называемый фактор системы, используемых для планирования экспериментов.

#### **Описание методики оценивания тестов:**

- 1 балл выставляется студенту, если студент полностью дал ответ на вопрос;
- 0 баллов ставится при неверном ответе.

#### **Задания для оценивания выполнения и защиты лабораторных работ**

За допуск, выполнение лабораторной работы, оформление отчета студент может получить 2 балла. За защиту отчетов по лабораторной работе студент может получить до 6 баллов. Максимальный балл за выполнение и защиту лабораторной работы 8 баллов.

Построить и исследовать модели следующих биологических процессов и систем:

1. Моделирование речевого аппарата.
2. Моделирование органа слуха.
3. Моделирование состояния рефлекторной дуги.
4. Имитационное моделирование проводимости нервных волокон.
5. Модели сердца.
6. Моделирование сердечной деятельности на основе теории детерминированного хаоса.
7. Моделирование зрительной системы.
8. Модель дыхания.
9. Модель теплообмена.

#### **Описание методики оценивания выполнения и защиты лабораторных работ:**

- 8 баллов получает студент, если им сдан допуск к лабораторной работе, полностью выполнена лабораторная работа и полностью оформлен отчет; полностью ответил на заданные вопросы;
- 6-7 баллов получает студент, если им сдан допуск к лабораторной работе, полностью выполнена лабораторная работа и полностью оформлен отчет, ответил на вопросы; но допущены недочеты;
- 3-5 балла получает студент, если им сдан допуск к лабораторной работе, полностью выполнена лабораторная работа и полностью оформлен отчет; но частично ответил на заданные вопросы;
- 1-2 балла получает студент, если при сдаче допуска к лабораторным работам, выполнения лабораторной работы и оформлении отчета допущены недочеты;
- 0 баллов ставится при невыполнении лабораторной работы.

#### **Задания для коллоквиума**

##### Описание коллоквиума:

Максимальный балл – 17 баллов.

Вопросы для коллоквиума

1. Что такое моделирование, какова его цель?
2. Что такое модель реальной системы?
3. Какие модели могут быть в таких науках, как биология, экология, генетика или информатика?
4. Для чего необходимо моделирование при проектировании медицинских приборов? 5. Для чего необходимо математическое моделирование при проектировании БТС?
6. Что такое «имитационное моделирование»?
7. Какие модели Вы знаете?
8. Какова последовательность этапов построения модели и взаимосвязь модели и объекта?
9. Для чего при проведении экспериментов используют модели?
10. Какая модель называется адекватной?
11. Что такое робастность модели и в каких случаях её нужно учитывать?
12. Каково значение моделирования при проведении экспериментов?
13. Что такое настройка модели и как она проводится?
14. Чем отличаются дескриптивные и оптимизационные модели?
15. В чём заключается математическое моделирование при проектировании БТС?
16. Из каких составляющих состоит математическая модель?
17. Что такое «компоненты» и «переменные» математической модели?
18. Что такое система?
19. Опишите систему «человек», как объект моделирования.
20. Какие переменные называют экзогенными, а какие эндогенными?
21. Что такое «ограничения математической модели»? Какие ограничения могут быть в математической модели?
22. Что такое функциональная зависимость модели?
23. Какие модели относятся к детерминистическим?
24. Какие модели относятся к стохастическим?
25. Что такое целевая функция модели?
26. Приведите пример функций сохранения и приобретения.
27. Приведите пример экзогенных и эндогенных переменных для системы «Человек».
28. Приведите примеры искусственных и естественных ограничений для системы «Человек».
29. Что подразумевается под изоморфизмом модели? Каким условиям должна отвечать изоморфная модель?
30. Какая модель называется абстрактной?
31. Что понимается под гомоморфизмом модели?
32. Что такое БТС и какие особенности нужно учитывать при моделировании БТС?
33. Какую роль играют дифференциальные уравнения при моделировании? Приведите примеры использования ДУ при моделировании БТС.
34. Характеристические признаки имитационного моделирования.
35. Какие классификационные признаки используются для выделения отдельных классов математических моделей?
36. Что описывает математическая модель динамики? Какие классы математических моделей динамики Вы знаете?
37. Что описывает математическая модель статики? Какие классы математических моделей статики Вы знаете?
38. Как Вы понимаете утверждение «Модель адекватна объекту»?
39. Назовите группы методов составления математических моделей.

40. Какие особенности формальных методов построения математических моделей Вы знаете?

Описание методики оценивания вопросов коллоквиума:

- 15-17 баллов получает студент, если он полностью ответил на основной и дополнительные вопросы;
- 10-16 баллов получает студент, если он правильно ответил на основной вопрос, но не ответил на один-два дополнительных вопроса;
- 7-9 баллов получает студент, если он правильно ответил на основной вопрос, но не ответил на три дополнительных вопроса;
- 4-6 балла получает студент, если он правильно ответил на основной вопрос, но ответил на несколько дополнительных вопросов;
- 1-3 балла получает студент, если он частично ответил на основной вопрос, но ответил на несколько дополнительных вопросов;
- 0 баллов ставится при отсутствии ответа.



**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**  
**5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**Основная литература:**

1. Каймин В.А. Информатика. – М.: ИНФРА-М, 2006. 284 с.. [В библ. БашГУ имеется 18 экз.]

**Дополнительная литература:**

2. Хай Г.А. Информатика для медиков. - СПб : СпецЛит, 2009. - 224 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105536>
3. Корягина, Ю.В. Руководство к практическим занятиям по биологической статистике: учебное пособие. - Омск : Издательство СибГУФК, 2011. - 88 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=274605>

**5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. - Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система. Университетская библиотека онлайн. Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. - <https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства. Лань. - Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. = <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

## **6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Учебная аудитория для проведения занятий: аудитории № 322 или № 324 или № 318 или № 216 (физмат корпус)	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран
Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий: аудитории № 412	Лабораторные занятия	Учебная мебель, доска, компьютеры в сборе DELL E2214Нв-15 шт.
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» на 8 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	32,7
лекций	10
лабораторных	22
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	111,3
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма к  
зачет 8 семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Модуль 1. Математические модели биологических процессов, приводящие к дифференциальным уравнениям</b>								
1	Понятие модели. Примеры моделей. Типы моделей. Классификация математических моделей.	2		2	20	1-3	Подготовка к защите лабораторных работ	Лабораторная работа Контрольная работа Тест
2	Примеры имитационных моделей. Специфика моделей живых систем.	2		4	20	1-3	Подготовка к защите лабораторных работ	Лабораторная работа Контрольная работа Коллоквиум
3	Модели биологических систем, описываемые дифференциальным уравнением первого порядка: стационарное состояние, устойчивость состояния равновесия, метод Ляпунова.			4	10	1-3	Подготовка к защите лабораторных работ	Лабораторная работа Контрольная работа Тест Коллоквиум
4	Модели роста популяции: уравнение			2	10	1-3	Подготовка к	Лабораторная

	экспоненциального роста, ограниченный рост.						защите лабораторных работ	работа Тест Коллоквиум
<b>Модуль 2. Вероятностно-статистическое математическое моделирование</b>								
5	Важнейшие дискретные законы распределений: биномиальное, гипергеометрическое, геометрическое. Важнейшие непрерывные законы распределений: равномерное, нормальное, экспоненциальное. Их числовые характеристики.	2		4	20	1-3	Подготовка к защите лабораторных работ	Лабораторная работа Контрольная работа Тест
6	Выборочный метод. Статистическое распределение. Полигон и гистограмма. Статистические точечные и интервальные оценки и их свойства. Математические методы обработки информации.			4	20	1-3	Подготовка к защите лабораторных работ	Лабораторная работа Контрольная работа Тест Коллоквиум
7	Корреляционные математические модели. Марковские математические модели.	2		2	11,8	1-3	Подготовка к защите лабораторных работ	Лабораторная работа Тест Коллоквиум
<b>Всего часов:</b>		<b>10</b>		<b>22</b>	<b>111,8</b>			

**Примечание 1.** В таблицу не включено 0,7 часа ФКР (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности во время семестра, подразумевающие контактную работу обучающихся с преподавателем) .

## Рейтинг – план дисциплины

«Математическое моделирование биологических процессов»

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Физика»,  
 профиль «Медицинская физика»  
 курс 4, семестр 8

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль I</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Коллоквиум	0-17	1	0	17
2. Допуск, выполнение лабораторной работы, оформление отчета	0-2	4	0	8
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Защита отчетов по лабораторной работе	0-6	4	0	25
<b>Всего баллов за модуль:</b>			<b>0</b>	<b>50</b>
<b>Модуль II</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Тестирование	0-17	1	0	17
2. Допуск, выполнение лабораторной работы, оформление отчета	0-2	4	0	8
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Защита отчетов по лабораторной работе	0-6	4	0	25
<b>Всего баллов за модуль:</b>			<b>0</b>	<b>50</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Студенческие олимпиады			0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещаемость лекционных занятий			0	-6
2. Посещение лабораторных занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Зачет				