

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра математического моделирования и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Н. Я. Королева  
«05» июля 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.О.24 Математическое и компьютерное моделирование

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль/направленность/специализация: Математическое и компьютерное моделирование

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2021

**Автор программы:**

Кандидат физико-математических наук, Слетков Денис Викторович

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «10» января 2018 г. № 9).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры математического моделирования и информационных технологий «18» мая 2021 г. Протокол № 9

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «05» июля 2021 г. № 5.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	6
3. Объем и содержание дисциплины.....	7
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	11
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	37
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	39
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	39

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности

ОПК-4 Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- проектный

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 01 Образование и наука (в сфере общего, профессионального и дополнительного профессионального образования; в сфере научных исследований), 06 Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере проектирования, разработки, внедрения и эксплуатации информационных систем, управления их жизненным циклом), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научно-исследовательских и опытноконструкторских разработок; в сфере разработки автоматизированных систем управления технологическими процессами производства)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	Строит математические модели для решения профессиональных задач
	ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Использует общенаучные методы, математический аппарат, методы моделирования при решении профессиональных задач

	ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	Адаптирует математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности
	ОПК-4 Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Применяет технологии разработки программных продуктов и программных комплексов для решения задач профессиональной деятельности

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения					
		Очная (семестр)					
		1	2	3	5	6	7
1	Введение в математический анализ	+	+	+			
2	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)						+
3	Основы высшей алгебры		+				
4	Прикладная статистика и основы прогнозирования				+	+	

ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения			
		Очная (семестр)			
		1	5	6	7
1	Методы оптимизации		+	+	

2	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)				+
3	Программирование	+			
4	Языки и методы программирования			+	+

**ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности**

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения			
		Очная (семестр)			
		3	5	6	7
1	Дифференциальные уравнения	+			
2	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)				+
3	Прикладная статистика и основы прогнозирования		+	+	
4	Численные методы	+			

**ОПК-4 Способен решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности**

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения			
		Очная (семестр)			
		5	6	7	8
1	Базы данных	+			
2	Компьютерная графика		+		
3	Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)			+	
4	Технологическая (проектно-технологическая) практика				+

## **2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:**

Дисциплина «Математическое и компьютерное моделирование» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Дисциплина «Математическое и компьютерное моделирование» изучается в 6, 7 семестрах.

### 3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 13 з.е.

Очная: 13 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>468</b>
Контактная работа	210
Лекции (Лекции)	66
Лабораторные (Лаб. раб.)	144
Самостоятельная работа (СР)	222
Экзамен	36
Зачет	-

### 3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб · раб.	СР	
		О	О	О	
6 семестр					
1	Математическое моделирование	2	8	8	Собеседование; Лабораторная работа; Тестирование
2	Адекватность математической модели реальному объекту	4	8	10	Собеседование; Лабораторная работа; Тестирование
3	ММ динамики и статики. Их свойства	4	10	10	Собеседование; Лабораторная работа; Тестирование
4	ММ детерминированны е и стохастические	4	10	12	Собеседование; Лабораторная работа; Тестирование
5	ММ дискретные и непрерывные	4	-	14	Собеседование; Лабораторная работа; Тестирование
7 семестр					
6	Базовые принципы разработки математических моделей	12	26	40	Собеседование; Лабораторная работа; Тестирование

7	Структурная и параметрическая идентификация математических моделей	12	26	38	Собеседование; Лабораторная работа; Тестирование
8	Особенности построения математических моделей из фундаментальных законов природы, вариационных принципов, иерархии объектов и свойства нижних уровней	12	26	42	Собеседование; Лабораторная работа; Тестирование
9	Базовые принципы математического моделирования на примере моделей саморегулирования в биологических системах и на модели информационной системы	12	30	48	Собеседование; Лабораторная работа; Тестирование

### **Тема 1. Математическое моделирование (ОПК-1)**

#### **Лекция.**

Математическое моделирование. Основные определения. Основные принципы математического моделирования.

#### **Лабораторные работы.**

Разработка генератора случайных чисел для стохастического имитационного моделирования

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Моделирование как метод познания.
2. Математическое и компьютерное моделирование.
3. Классификация моделей.
4. Требование к моделям.

### **Тема 2. Адекватность математической модели реальному объекту (ОПК-1)**

#### **Лекция.**

Области использования математического моделирования. Адекватность математической модели реальному объекту. Способы проверки адекватности математической модели.

#### **Лабораторные работы.**

Проверка адекватности стохастической имитационной модели.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Жизненный цикл модели системы
2. Этапы построения модели.
3. Требования системного анализа к построению моделей
4. Анализ объектов моделирования и синтез модели объекта
5. Анализ, интерпретация и визуализация результатов моделирования



6. Операции над моделями: линеаризация, идентификация, агрегирование, декомпозиция, вычислительный эксперимент и проч.

7. Модели процессов, явлений, систем

### **Тема 3. ММ динамики и статики. Их свойства (ОПК-2)**

#### **Лекция.**

Классификация математических моделей. Представление объекта и его модели в операторной форме. ММ динамики и статики. Их свойства. Привести примеры.

#### **Лабораторные работы.**

Разработка математической модели динамики.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Задачи и средства имитационного моделирования
2. Программные средства имитационного моделирования: модели дискретных систем, модели непрерывных процессов, комплексные (дискретно-непрерывные) модели
3. Категории и объекты имитационных моделей. Категории типа событие, явление, поведение; риски и прогнозы. Объекты имитационных моделей: «процесс», «транзакт», «событие», «ресурс» и др.
4. Планирование компьютерного эксперимента. Модельное время, масштаб времени, продвижение; датчики случайных величин; потоки, задержки, обслуживание: проверки гипотез.

### **Тема 4. ММ детерминированные и стохастические (ОПК-3)**

#### **Лекция.**

ММ детерминированные и стохастические. Их свойства. Примеры. ММ с распределенными и сосредоточенными параметрами. Их свойства. Примеры.

#### **Лабораторные работы.**

Имитационное моделирование стохастического объекта

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Программные средства моделирования физических явлений и функционирования технических устройств.
2. Анализ динамики системы.
3. Фазовый портрет.
4. Чувствительность системы. Устойчивость «в большом» и «в малом».
5. Программные средства моделирования систем массового обслуживания.
6. Показатели эффективности СМО. Языки моделирования СМО. GPSS W.

### **Тема 5. ММ дискретные и непрерывные (ОПК-4)**

#### **Лекция.**

ММ дискретные и непрерывные. Их свойства. Примеры. ММ стационарные, нестационарные и квазистационарные. Их свойства. Примеры.

#### **Лабораторные работы.**

Разработка дискретной математической модели.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Вероятностные пространства и меры.
2. Распределения вероятностей.
3. Элементы дискретной математики.
4. Проблема синтеза управляющих систем.
5. Квазистационарные математические модели.

### **Тема 6. Базовые принципы разработки математических моделей (ОПК-1)**

#### **Лекция.**

Базовые принципы разработки математических моделей. Процесс разработки математической модели. Основные этапы технологии. Их характеристики.

### **Лабораторные работы.**

Построение математической модели объекта с распределенными параметрами.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Принцип информационной достаточности.
2. Принцип осуществимости.
3. Принцип множественности моделей.
4. Принцип агрегирования.
5. Принцип параметризации.

## **Тема 7. Структурная и параметрическая идентификация математических моделей (ОПК-2)**

### **Лекция.**

Структурная и параметрическая идентификация математических моделей. Связь математического моделирования с другими областями наук.

### **Лабораторные работы.**

Параметрическая идентификация математической модели динамики.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Этапы структурной идентификации математической модели.
2. Выбор структуры модели и математическое описание ее блоков.
3. Экспериментальная проверка модели
4. Задачи вскрытия структуры объекта.
5. Ранжирование входов и выходов и определение их рационального числа.
6. Определение характера связи между входом и выходом.
7. Содержательный анализ остатков как метод проверки гипотез об адекватности структуры.

## **Тема 8. Особенности построения математических моделей из фундаментальных законов природы, вариационных принципов, иерархии объектов и свойства нижних уровней (ОПК-3)**

### **Лекция.**

Ситуации, в которых математическое моделирование является единственным инструментом познания в естественных науках. Особенности построения математических моделей из фундаментальных законов природы, вариационных принципов, иерархии объектов и свойства нижних уровней.

### **Лабораторные работы.**

Построение фазовых портретов динамических систем на основе их математических моделей.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов природы.
2. Модель «Траектория всплытия подводной лодки».
3. Моделирование отклонения заряженной частицы в электронно-лучевой трубке.
4. Моделирование колебания колец Сатурна.
5. Моделирование движения шарика, присоединенного к пружине.

## **Тема 9. Базовые принципы математического моделирования на примере моделей саморегулирования в биологических системах и на модели информационной системы (ОПК-4)**

### **Лекция.**

Базовые принципы математического моделирования на примере моделей саморегулирования в биологических системах и на модели информационной системы.

### **Лабораторные работы.**

Моделирование биологической системы с помощью уравнения Лотки-Вольтерра.

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Саморегулирование.
2. Модели саморегулирования в биологических системах.
3. Модели информационной системы.
4. Гомеостазис.
5. Биоценоз.

#### 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

##### 4.1. Распределение баллов:

6 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 42 балла
- контрольные срезы – 2 среза: 16 баллов, 2 балла
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

##### Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Математическое моделирование	Собеседование	2	<p>Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

		Лабораторная работа(контрольный срез)	16	<p>Лабораторные работы выполняются по тематике практических занятий.</p> <p>16 баллов – лабораторная работа выполнена в полном объеме, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>8 баллов – лабораторная работа выполнена, но имеет некоторые неточности выполнения, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>2 балла - лабораторная работа в целом выполнена, однако в процессе выполнения лабораторной работы допущены существенны ошибки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p>
		Тестирование	2	<p>Тест состоит из нескольких вопросов.</p> <p>2 балла – студент правильно отвечает на 50-100% вопросов в тесте</p> <p>1 балл - студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>
2.	Адекватность математической модели реальному объекту	Собеседование	2	<p>Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

		Лабораторная работа	6	<p>Лабораторные работы выполняются по тематике практических занятий.</p> <p>6 баллов – лабораторная работа выполнена в полном объеме, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>4 балла – лабораторная работа выполнена, но имеет некоторые неточности выполнения, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>2 балла - лабораторная работа в целом выполнена, однако в процессе выполнения лабораторной работы допущены существенны ошибки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p>
		Тестирование	2	<p>Тест состоит из нескольких вопросов.</p> <p>2 балла – студент правильно отвечает на 50-100% вопросов в тесте</p> <p>1 балл - студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>
3.	ММ динамики и статики. Их свойства	Собеседование	2	<p>Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

		Лабораторная работа	6	<p>Лабораторные работы выполняются по тематике практических занятий.</p> <p>6 баллов – лабораторная работа выполнена в полном объеме, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>4 балла – лабораторная работа выполнена, но имеет некоторые неточности выполнения, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>2 балла - лабораторная работа в целом выполнена, однако в процессе выполнения лабораторной работы допущены существенные ошибки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p>
		Тестирование	2	<p>Тест состоит из нескольких вопросов.</p> <p>2 балла – студент правильно отвечает на 50-100% вопросов в тесте</p> <p>1 балл - студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>
4.	ММ детерминированные и стохастические	Собеседование	2	<p>Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

		Лабораторная работа	6	<p>Лабораторные работы выполняются по тематике практических занятий.</p> <p>6 баллов – лабораторная работа выполнена в полном объеме, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>4 балла – лабораторная работа выполнена, но имеет некоторые неточности выполнения, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>2 балла - лабораторная работа в целом выполнена, однако в процессе выполнения лабораторной работы допущены существенны ошибки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p>
		Тестирование	2	<p>Тест состоит из нескольких вопросов.</p> <p>2 балла – студент правильно отвечает на 50-100% вопросов в тесте</p> <p>1 балл - студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>
5.	ММ дискретные и непрерывные	Собеседование	2	<p>Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

	Лабораторная работа	6	Лабораторные работы выполняются по тематике практических занятий. 6 баллов – лабораторная работа выполнена в полном объеме, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию 4 балла – лабораторная работа выполнена, но имеет некоторые неточности выполнения, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы 2 балла - лабораторная работа в целом выполнена, однако в процессе выполнения лабораторной работы допущены существенны ошибки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы
	Тестирование(контрольный срез)	2	Тест состоит из нескольких вопросов. 2 балла – студент правильно отвечает на 50-100% вопросов в тесте 1 балл - студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте. Менее 25% правильных ответов баллов не дает
6.	Посещаемость	10	10 баллов – студент посетил все 100% занятий 7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий 4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий 1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются
7.	Премияльные баллы	20	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены: - за проект, выполненный по заказу работодателя и реализованный на практике – 20 баллов; - постоянная активность во время практических занятий – 10 баллов; - полностью подготовленная к публикации статья по тематике в рамках дисциплины – 10 баллов; - участие с докладом во всероссийской олимпиаде по тематике изучаемой дисциплины – 20 баллов; - участие в выставке по тематике изучаемой дисциплины – 20 баллов; - публикация статьи по тематике изучаемой дисциплины в сборнике студенческих работ / материалах всероссийской конференции / журнале из перечня ВАК – 10 / 15 / 20
8.	Ответ на экзамене	30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
9.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	20	Решение кейса (10 баллов) Прохождение тестирования (30 вопросов) по всему курсу дисциплины (10 баллов)
10.	Итого за семестр	100	

#### 7 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 42 балла
- контрольные срезы – 2 среза: 16 баллов, 2 балла
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов



## Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Базовые принципы разработки математических моделей	Собеседование	2	<p>Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Лабораторная работа	16	<p>Лабораторные работы выполняются по тематике практических занятий.</p> <p>16 баллов – лабораторная работа выполнена в полном объеме, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>8 баллов – лабораторная работа выполнена, но имеет некоторые неточности выполнения, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>2 балла - лабораторная работа в целом выполнена, однако в процессе выполнения лабораторной работы допущены существенны ошибки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p>
		Тестирование	2	<p>Тест состоит из нескольких вопросов.</p> <p>2 балла – студент правильно отвечает на 50-100% вопросов в тесте</p> <p>1 балл - студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>

2.	Структурная и параметрическая идентификация математических моделей	Собеседование	2	<p>Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Лабораторная работа(контрольный срез)	16	<p>Лабораторные работы выполняются по тематике практических занятий.</p> <p>16 баллов – лабораторная работа выполнена в полном объёме, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>8 баллов – лабораторная работа выполнена, но имеет некоторые неточности выполнения, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>2 балла - лабораторная работа в целом выполнена, однако в процессе выполнения лабораторной работы допущены существенны ошибки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p>
		Тестирование	2	<p>Тест состоит из нескольких вопросов.</p> <p>2 балла – студент правильно отвечает на 50-100% вопросов в тесте</p> <p>1 балл - студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>

3.	Особенности построения математических моделей из фундаментальных законов природы, вариационных принципов, иерархии объектов и свойства нижних уровней	Собеседование	2	<p>Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Лабораторная работа	6	<p>Лабораторные работы выполняются по тематике практических занятий.</p> <p>6 баллов – лабораторная работа выполнена в полном объёме, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>4 балла – лабораторная работа выполнена, но имеет некоторые неточности выполнения, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>2 балла - лабораторная работа в целом выполнена, однако в процессе выполнения лабораторной работы допущены существенны ошибки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p>
		Тестирование	2	<p>Тест состоит из нескольких вопросов.</p> <p>2 балла – студент правильно отвечает на 50-100% вопросов в тесте</p> <p>1 балл - студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>

4.	Базовые принципы математического моделирования на примере моделей саморегулирования в биологических системах и на модели информационной системы	Собеседование	2	<p>Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.</p> <p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с испо.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Лабораторная работа	6	<p>Лабораторные работы выполняются по тематике практических занятий.</p> <p>6 баллов – лабораторная работа выполнена в полном объеме, студент свободно владеет материалом, демонстрирует глубокие, систематизированные знания, свободно отвечает на вопросы используя профессиональную терминологию</p> <p>4 балла – лабораторная работа выполнена, но имеет некоторые неточности выполнения, студент владеет представленным материалом, отвечает на заданные вопросы</p> <p>2 балла - лабораторная работа в целом выполнена, однако в процессе выполнения лабораторной работы допущены существенны ошибки, студент слабо владеет информацией по теме, при ответе использует заготовленный текст, затрудняется с ответами на задаваемые вопросы</p>
		Тестирование(контрольный срез)	2	<p>Тест состоит из нескольких вопросов.</p> <p>2 балла – студент правильно отвечает на 50-100% вопросов в тесте</p> <p>1 балл - студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает</p>
5.	Посещаемость		10	<p>10 баллов – студент посетил все 100% занятий</p> <p>7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий</p> <p>4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий</p> <p>1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий</p> <p>Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются</p>

6.	Премияльные баллы	20	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены: - за проект, выполненный по заказу работодателя и реализованный на практике – 20 баллов; - постоянная активность во время практических занятий – 10 баллов; - полностью подготовленная к публикации статья по тематике в рамках дисциплины – 10 баллов; - участие с докладом во всероссийской олимпиаде по тематике изучаемой дисциплины – 20 баллов; - участие в выставке по тематике изучаемой дисциплины – 20 баллов; - публикация статьи по тематике изучаемой дисциплины в сборнике студенческих работ / материалах всероссийской конференции / журнале из перечня ВАК – 10 / 15 / 20
7.	Ответ на экзамене	30	10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
8.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	20	Решение кейса (10 баллов) Прохождение тестирования (30 вопросов) по всему курсу дисциплины (10 баллов)
9.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

## 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### Лабораторная работа

#### Тема 1. Математическое моделирование

Разработка генератора случайных чисел для стохастического имитационного моделирования

#### Тема 2. Адекватность математической модели реальному объекту

Проверка адекватности стохастической имитационной модели.

#### Тема 3. ММ динамики и статики. Их свойства

Разработка математической модели динамики.

#### Тема 4. ММ детерминированные и стохастические

Имитационное моделирование стохастического объекта

#### Тема 5. ММ дискретные и непрерывные

Разработка дискретной математической модели.

Тема 6. Базовые принципы разработки математических моделей

Построение математической модели объекта с распределенными параметрами.

Тема 7. Структурная и параметрическая идентификация математических моделей

Параметрическая идентификация математической модели динамики.

Тема 8. Особенности построения математических моделей из фундаментальных законов природы, вариационных принципов, иерархии объектов и свойства нижних уровней

Построение фазовых портретов динамических систем на основе их математических моделей.

**Построение фазовых портретов динамических систем на основе их математических моделей**

Тема 9. Базовые принципы математического моделирования на примере моделей саморегулирования в биологических системах и на модели информационной системы

**Моделирование биологической системы с помощью уравнения Лотки-Вольтерра.**

### Собеседование

Тема 1. Математическое моделирование

1. Моделирование как метод познания.
2. Информационное моделирование.
3. Компьютерное моделирование в биологии и экологии.
4. Компьютерное моделирование в геологии.
5. Компьютерное моделирование физических процессов.
6. Математические методы в медицине.
7. Моделирование простых течений жидкости.
8. Задачи классической экологии и математическое моделирование.
9. Математическое моделирование процессов распространения загрязнения окружающей среды.
10. Принципы компьютерной генерации последовательностей случайных чисел и статистические критерии определения свойств последовательностей.
11. Методы статистической обработки результатов, полученных при компьютерном моделировании случайных процессов.

Тема 2. Адекватность математической модели реальному объекту

- 1 Жизненный цикл модели системы
- 2 Этапы построения модели.
- 3 Требования системного анализа к построению моделей
- 4 Анализ объектов моделирования и синтез модели объекта
- 5 Анализ, интерпретация и визуализация результатов моделирования
- 6 Операции над моделями: линеаризация, идентификация, агрегирование, декомпозиция, вычислительный эксперимент и проч.
- 7 Модели процессов, явлений, систем

Тема 3. ММ динамики и статики. Их свойства

- 1 Задачи и средства имитационного моделирования
- 2 Программные средства имитационного моделирования: модели дискретных систем, модели непрерывных процессов, комплексные (дискретно-непрерывные) модели

- 3 Категории и объекты имитационных моделей. Категории типа событие, явление, поведение; риски и прогнозы. Объекты имитационных моделей: «процесс», «транзакт», «событие», «ресурс» и др.
- 4 Планирование компьютерного эксперимента. Модельное время, масштаб времени, продвижение; датчики случайных величин; потоки, задержки, обслуживание: проверки гипотез.

#### Тема 4. ММ детерминированные и стохастические

- 1 Программные средства моделирования физических явлений и функционирования технических устройств.
- 2 Анализ динамики системы.
- 3 Фазовый портрет.
- 4 Чувствительность системы. Устойчивость «в большом» и «в малом».
- 5 Программные средства моделирования систем массового обслуживания.
- 6 Показатели эффективности СМО. Языки моделирования СМО. GPSS W.

#### Тема 5. ММ дискретные и непрерывные

- 1 Вероятностные пространства и меры.
- 2 Распределения вероятностей.
- 3 Элементы дискретной математики.
- 4 Проблема синтеза управляющих систем.
- 5 Квазистационарные математические модели.

#### Тема 6. Базовые принципы разработки математических моделей

- 1 Принцип информационной достаточности.
- 2 Принцип осуществимости.
- 3 Принцип множественности моделей.
- 4 Принцип агрегирования.
- 5 Принцип параметризации.

#### Тема 7. Структурная и параметрическая идентификация математических моделей

- 1 Этапы структурной идентификации математической модели.
- 2 Выбор структуры модели и математическое описание ее блоков.
- 3 Экспериментальная проверка модели
- 4 Задачи вскрытия структуры объекта.
- 5 Ранжирование входов и выходов и определение их рационального числа.
- 6 Определение характера связи между входом и выходом.

Содержательный анализ остатков как метод проверки гипотез об адекватности

#### Тема 8. Особенности построения математических моделей из фундаментальных законов природы, вариационных принципов, иерархии объектов и свойства нижних уровней

- 1 Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов природы.
- 2 Модель «Траектория всплытия подводной лодки».

#### Тема 9. Базовые принципы математического моделирования на примере моделей саморегулирования в биологических системах и на модели информационной системы

- 1 Моделирование отклонения заряженной частицы в электронно-лучевой трубке.
- 2 Моделирование колебания колец Сатурна.
- 3 Моделирование движения шарика, присоединенного к пружине.

## Тестирование

### Тема 1. Математическое моделирование

#### Номер 1

Имитационное моделирование - это:

Ответ:

- (1) процесс построения и изучения физических моделей
- (2) процессы функционирования системы, которые записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений)

**(3) процесс построения и изучения математических моделей**

#### Номер 2

Аналитическое моделирование - это:

Ответ:

**(1) процессы функционирования системы, которые записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений)**

(2) разновидность аналогового моделирования, реализуемого с помощью набора математических инструментальных средств

(3) процесс построения и изучения математических моделей

#### Номер 3

Какое моделирование выполняет процесс построения и изучения математических моделей?

Ответ:

**(1) математическое**

(2) имитационное

(3) аналитическое

### Тема 2. Адекватность математической модели реальному объекту

#### Номер 1



Моделирование - это:

Ответ:

**(1) замещения одного объекта другим с целью получения информации о важнейших свойствах объекта-оригинала**

(2) создание определено новой модели для тестирования какого-либо объекта

(3) материальный объект той или иной природы по отношению к оригиналу

Номер 2

Модель может быть:

Ответ:

**(1) материальным объектом**

**(2) мыслимым объектом**

**(3) математической формулой**

**(4) компьютерной программой**

Номер 3

Промежуточный объект между процессом моделирования и оригиналом называется:

Ответ:

(1) материальным объектом

(2) объект-оригинал

**(3) моделью**

Тема 3. ММ динамики и статики. Их свойства

Номер 1

К основным целям моделирования относятся следующие:

Ответ:

**(1) прогноз**

**(2) оптимизация**

(3) разграничение

## Номер 2

Оценка поведения системы при некотором сочетании ее управляемых и неуправляемых параметров, называется:

Ответ:

(1) прогнозом

(2) оценкой

(3) расчетом

## Номер 3

Модели-тренажеры, стенды, учения, деловые игры являются средствами:

Ответ:

(1) прогнозирования

(2) обучения

(3) расчета

## Тема 4. ММ детерминированные и стохастические

## Номер 1

Какие модели, из ниже перечисленных, различают по признаку "характер моделируемой стороны объекта"?

Ответ:

(1) стохастические

(2) функциональные;

(3) непрерывные

(4) структурные;

(5) информационные;

## Номер 2

Какие модели, из ниже перечисленных, различают по признаку "характер процессов, протекающих в объекте"?

**Ответ:**

**(1) детерминированные;**

**(2) стохастические**

(3) абстрактные

**(4) дискретные**

(5) материальные

**Номер 3**

Какие модели, из ниже перечисленных, различают по признаку "способ реализации модели"?

**Ответ:**

(1) детерминированные

(2) непрерывные

**(3) абстрактные**

**(4) материальные**

(5) информационные

## Тема 5. ММ дискретные и непрерывные

**Номер 1**

Какие модели отображают только поведение, функцию моделируемого объекта?

**Ответ:**

(1) детерминированные

(2) структурные

**(3) функциональные**

**Номер 2**

У каких моделей, структура подобна структуре моделируемого объекта?

Ответ:

**(1) структурных**

(2) стохастические

(3) детерминированные

Номер 3

Какие модели отображают процессы, в которых отсутствуют случайные воздействия?

Ответ:

(1) дискретно-непрерывные

**(2) детерминированные**

(3) абстрактные

## Тема 6. Базовые принципы разработки математических моделей

Номер 1

Стохастические модели отображают:

Ответ:

(1) поведение объекта во времени

(2) процессы, в которых отсутствуют случайные воздействия

**(3) вероятностные процессы и события**

Номер 2

Статические модели служат для:

Ответ:

(1) отображения поведения объекта во времени

**(2) описания состояния объекта в какой-либо момент времени**

(3) представления системы с непрерывными процессами

**Номер 3**

Дискретные модели отображают:

**Ответ:**

**(1) поведение систем с дискретными состояниями**

(2) поведение объекта во времени

(3) поведение, функцию моделируемого объекта

Тема 7. Структурная и параметрическая идентификация математических моделей

**Номер 1**

Какие модели представляют собой определенные конструкции из общепринятых знаков на бумаге?

**Ответ:**

**(1) абстрактные**

(2) дискретные

(3) информационные

**Номер 2**

Какое моделирование основано на применении моделей, представляющих собой реальные технические конструкции?

**Ответ:**

(1) абстрактное

(2) имитационное

**(3) материальное**

**Номер 3**

Какое моделирование предполагает представление модели в виде некоторого алгоритма - компьютерной программы?

**Ответ:**

**(1) имитационное**

(2) смешанное

(3) аналитическое

Тема 8. Особенности построения математических моделей из фундаментальных законов природы, вариационных принципов, иерархии объектов и свойства нижних уровней

### Номер 1

Сколько этапов моделирования существует?

**Ответ:**

(1) 1

(2) 3

**(3) 6**

### Номер 2

На каком этапе моделирования идет уяснение целей моделирования?

**Ответ:**

(1) на втором

**(2) на первом**

(3) на третьем

### Номер 3

На каком этапе моделирования идет выбор языка программирования или моделирования?

**Ответ:**

(1) на втором

**(2) на третьем**

(3) на четвертом

Тема 9. Базовые принципы математического моделирования на примере моделей саморегулирования в биологических системах и на модели информационной системы

### Номер 1

Какие цели, из ниже перечисленных относятся к целям моделирования?

Ответ:

**(1) прогноз поведения объекта при новых режимах**

**(2) подбор сочетания и значений факторов**

**(3) проверка различного рода гипотез**

Номер 2

Какие цели, из ниже перечисленных не относятся к целям моделирования?

Ответ:

**(1) все существенные параметры должны быть включены в модель**

(2) определение функциональных связей между поведением системы и влияющими факторами

**(3) определение ограничений на значения параметров**

Номер 3

Выберите верное утверждение:

Ответ:

**(1) на шестом этапе моделирования выполняется обработка, анализ и интерпретация данных эксперимента**

(2) каждый этап моделирования надо тщательно проверять, т.к. вернуться на предыдущий этап нельзя

(3) полученные результаты моделирования могут не найти успешного применения

Номер 4

Какие требования, из ниже перечисленных, предъявляются моделям?

Ответ:

(1) однородность

(2) ресурсоемкость;

**(3) актуальность;**

**(4) достоверность****Номер 5**

Выберите не верные утверждения:

**Ответ:**

**(1) модель не должна раскрывать неочевидные факты**

**(2) модель должна быть закрытой от модификации**

(3) модель должна позволять получить широкий набор существенных сведений

**Номер 6**

Какими свойствами, из ниже перечисленных, должна обладать модель?

**Ответ:**

(1) транзитивностью

**(2) существенностью**

**(3) открытостью**

(4) экономичностью

**Номер 7**

К какому признаку классификации относятся функциональные модели?

**Ответ:**

(1) способ реализации

**(2) характер моделируемой стороны объекта**

(3) характер процессов, протекающих в объекте

**Номер 8**

К какому признаку классификации относятся стохастические модели?

**Ответ:**

(1) способ реализации



(2) характер моделируемой стороны объекта

**(3) характер процессов, протекающих в объекте**

#### Номер 9

К какому признаку классификации относятся материальные модели?

Ответ:

**(1) способ реализации**

(2) характер моделируемой стороны объекта

(3) характер процессов, протекающих в объекте

#### Номер 10

К каким признакам классификации не относятся абстрактные модели?

Ответ:

(1) способ реализации

**(2) характер моделируемой стороны объекта**

**(3) характер процессов, протекающих в объекте**

#### Номер 11

К каким признакам классификации не относятся динамические модели?

Ответ:

**(1) способ реализации**

**(2) характер моделируемой стороны объекта**

(3) характер процессов, протекающих в объекте

#### Номер 12

К каким признакам классификации не относятся информационные модели?

Ответ:

**(1) способ реализации**

(2) характер моделируемой стороны объекта

### **(3) характер процессов, протекающих в объекте**

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, экзамена

#### **Типовые вопросы зачета (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4)**

1. Математическое моделирование. Основные определения.
2. Основные принципы математического моделирования.
3. Области использования математического моделирования.
4. Адекватность математической модели реальному объекту. Способы проверки адекватности математической модели.
5. Классификация математических моделей. Представление объекта и его модели в операторной форме.
6. Классификация математических моделей. ММ динамики и статики. Их свойства. Привести примеры.
7. Классификация математических моделей. ММ детерминированные и стохастические. Их свойства. Привести примеры.
8. Классификация математических моделей. ММ с распределенными и сосредоточенными параметрами. Их свойства. Привести примеры.
9. Классификация математических моделей. ММ дискретные и непрерывные. Их свойства. Привести примеры.
10. Классификация математических моделей. ММ стационарные, нестационарные и квазистационарные. Их свойства. Привести примеры.
11. Базовые принципы разработки математических моделей.
12. Процесс разработки математической модели. Основные этапы технологии. Их характеристики.
13. Структурная и параметрическая идентификация математических моделей.
14. Связь математического моделирования с другими областями наук.
15. Ситуации, в которых математическое моделирование является единственным инструментом познания в естественных науках.
16. Особенности построения математических моделей из фундаментальных законов природы, вариационных принципов, иерархии объектов и свойства нижних уровней.
17. Базовые принципы математического моделирования на примере моделей саморегулирования в биологических системах.
18. Базовые принципы математического моделирования на примере модели информационной системы.
19. Базовые принципы математического моделирования на примере моделей морфогенеза.

#### **Типовые задания для зачета (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4)**

1. Генератор случайных чисел для построения стохастических ММ. Общая постановка проблемы. Алгоритм генератора и результаты вычислительных экспериментов по его испытанию (на основе лабораторной работы № 1).
2. Методы проверки адекватности стохастических моделей (на примере лабораторной работы № 2).
3. Технология моделирования стохастических объектов (на примере лабораторной работы № 3).
4. Использование базовых принципов математического моделирования для построения математической модели динамики (на примере лабораторной работы № 4).
5. Параметрическая идентификация математических моделей. Основные этапы и их особенности (на примере лабораторной работы № 5).

### Типовые вопросы экзамена (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4)

1. Математическое моделирование. Основные определения.
2. Основные принципы математического моделирования.
3. Области использования математического моделирования.
4. Адекватность математической модели реальному объекту. Способы проверки адекватности математической модели.
5. Классификация математических моделей. Представление объекта и его модели в операторной форме.
6. Классификация математических моделей. ММ динамики и статики. Их свойства. Привести примеры.
7. Классификация математических моделей. ММ детерминированные и стохастические. Их свойства. Привести примеры.
8. Классификация математических моделей. ММ с распределенными и сосредоточенными параметрами. Их свойства. Привести примеры.
9. Классификация математических моделей. ММ дискретные и непрерывные. Их свойства. Привести примеры.
10. Классификация математических моделей. ММ стационарные, нестационарные и квазистационарные. Их свойства. Привести примеры.
11. Базовые принципы разработки математических моделей.
12. Процесс разработки математической модели. Основные этапы технологии. Их характеристики.
13. Структурная и параметрическая идентификация математических моделей.
14. Связь математического моделирования с другими областями наук.
15. Ситуации, в которых математическое моделирование является единственным инструментом познания в естественных науках.
16. Особенности построения математических моделей из фундаментальных законов природы, вариационных принципов, иерархии объектов и свойства нижних уровней.
17. Базовые принципы математического моделирования на примере моделей саморегулирования в биологических системах.
18. Базовые принципы математического моделирования на примере модели информационной системы.
19. Базовые принципы математического моделирования на примере моделей морфогенеза.

### Типовые задания для экзамена (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4)

1. Генератор случайных чисел для построения стохастических ММ. Общая постановка проблемы. Алгоритм генератора и результаты вычислительных экспериментов по его испытанию (на основе лабораторной работы № 1).
2. Методы проверки адекватности стохастических моделей (на примере лабораторной работы № 2).
3. Технология моделирования стохастических объектов (на примере лабораторной работы № 3).
4. Использование базовых принципов математического моделирования для построения математической модели динамики (на примере лабораторной работы № 4).
5. Параметрическая идентификация математических моделей. Основные этапы и их особенности (на примере лабораторной работы № 5).

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

##### Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
	ОПК-1	Демонстрирует высокий уровень способности строить математические модели для решения профессиональных задач

«зачтено» (50 - 100 баллов)	ОПК-2	Демонстрирует высокий уровень способности использовать общенаучные методы, математический аппарат, методы моделирования при решении профессиональных задач
	ОПК-3	Демонстрирует высокий уровень знаний методик анализа данных и основных подходов к оценке программных решений; оценки сложности и ресурсоемкости спроектированных моделей. Владеет теоретическими знаниями, необходимыми для эффективного применения основных положений, методов и средств информатики в профессиональной деятельности.
	ОПК-4	Демонстрирует высокий уровень способности применять технологии разработки программных продуктов и программных комплексов для решения задач профессиональной деятельности
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ОПК-1	Демонстрирует слабый уровень способности строить математические модели для решения профессиональных задач
	ОПК-2	Демонстрирует слабый уровень способности использовать общенаучные методы, математический аппарат, методы моделирования при решении профессиональных задач
	ОПК-3	Демонстрирует слабый уровень знаний методик анализа данных и основных подходов к оценке программных решений; оценки сложности и ресурсоемкости спроектированных моделей. Не владеет теоретическими знаниями, необходимыми для эффективного применения основных положений, методов и средств информатики в профессиональной деятельности.
	ОПК-4	Демонстрирует слабый уровень способности применять технологии разработки программных продуктов и программных комплексов для решения задач профессиональной деятельности

### Экзамен

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ОПК-1	Демонстрирует высокий уровень способности строить математические модели для решения профессиональных задач
	ОПК-2	Демонстрирует высокий уровень способности использовать общенаучные методы, математический аппарат, методы моделирования при решении профессиональных задач
	ОПК-3	Демонстрирует высокий уровень знаний методик анализа данных и основных подходов к оценке программных решений; оценки сложности и ресурсоемкости спроектированных моделей. Владеет теоретическими знаниями, необходимыми для эффективного применения основных положений, методов и средств информатики в профессиональной деятельности.
	ОПК-4	Демонстрирует высокий уровень способности применять технологии разработки программных продуктов и программных комплексов для решения задач профессиональной деятельности
	ОПК-1	Демонстрирует хороший уровень способности строить математические модели для решения профессиональных задач

«хорошо» (70 - 84 баллов)	ОПК-2	Демонстрирует хороший уровень способности использовать общенаучные методы, математический аппарат, методы моделирования при решении профессиональных задач
	ОПК-3	Демонстрирует хороший уровень знаний методик анализа данных и основных подходов к оценке программных решений; оценки сложности и ресурсоемкости спроектированных моделей. Владеет теоретическими знаниями, необходимыми для эффективного применения основных положений, методов и средств информатики в профессиональной деятельности.
	ОПК-4	Демонстрирует хороший уровень способности применять технологии разработки программных продуктов и программных комплексов для решения задач профессиональной деятельности
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ОПК-1	Демонстрирует достаточный уровень способности строить математические модели для решения профессиональных задач
	ОПК-2	Демонстрирует достаточный уровень способности использовать общенаучные методы, математический аппарат, методы моделирования при решении профессиональных задач
	ОПК-3	Демонстрирует достаточный уровень знаний методик анализа данных и основных подходов к оценке программных решений; оценки сложности и ресурсоемкости спроектированных моделей. Частично владеет теоретическими знаниями, необходимыми для эффективного применения основных положений, методов и средств информатики в профессиональной деятельности.
	ОПК-4	Демонстрирует достаточный уровень способности применять технологии разработки программных продуктов и программных комплексов для решения задач профессиональной деятельности
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ОПК-1	Демонстрирует слабый уровень способности строить математические модели для решения профессиональных задач
	ОПК-2	Демонстрирует слабый уровень способности использовать общенаучные методы, математический аппарат, методы моделирования при решении профессиональных задач
	ОПК-3	Демонстрирует слабый уровень знаний методик анализа данных и основных подходов к оценке программных решений; оценки сложности и ресурсоемкости спроектированных моделей. Не владеет теоретическими знаниями, необходимыми для эффективного применения основных положений, методов и средств информатики в профессиональной деятельности.
	ОПК-4	Демонстрирует высокий уровень способности применять технологии разработки программных продуктов и программных комплексов для решения задач профессиональной деятельности

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

## 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

## 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

## 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;

- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Арзамасцев А.А. Математическое и компьютерное моделирование : учеб. пособие. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2010. - 256 с.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование : Идеи. Методы. Примеры. - 2-е изд., испр.. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 316 с.

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Численные методы решения обратных задач математической физики. - М.: Едиториал УРСС, 2004. - 478 с.
2. Математическое моделирование социальных процессов, Вып.3. - М.: Изд-во МГУ, 2001. - 202 с.
3. Боев В. Д., Сыпченко Р. П. Компьютерное моделирование : курс. - Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2010. - 455 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233705>

### **6.3 Иные источники:**

1. Журнал РАН «Программирование» - <http://www.ispras.ru/programming/>
2. Журнал «БИТ» - <http://bit.samag.ru/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Операционная система "Альт Образование"

LibreOffice

Microsoft Windows 10

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
3. Консультант студента. Гуманитарные науки: электронно-библиотечная система. – URL: <https://www.studentlibrary.ru>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
5. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
6. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
7. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
8. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
9. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.