


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А.  
ЕСЕНИНА»

Утверждаю:  
Декан физико-математического  
факультета  
 Н.Б. Федорова  
«30» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование в технической физике**

**Уровень основной профессиональной образовательной программы**  
академическая магистратура

**Направление подготовки** 16.04.01 Техническая физика

**Направленность (профиль) подготовки** Инновационные технологии в  
науке и на производстве

**Форма обучения:** очная

**Сроки освоения ОПОП** нормативный срок освоения 2 года

**Факультет** физико-математический

**Кафедра** общей и теоретической физики и МФФ

Рязань, 2019

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Математическое моделирование в технической физике» являются формирование у обучающихся компетенций в процессе изучения и применения принципов и методов математического моделирования объектов технической физики: изучение методов построения и анализа математических моделей, постановки и решения задач синтеза и оптимизации при проектировании объектов технической физики.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВУЗА

2.1. Учебная дисциплина Б1.Б.2 «Математическое моделирование в технической физике» относится к базовой части Блока 1. Дисциплины.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами предыдущего уровня образования:

- Численные методы технической физики;
- Математика;
- Физика.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Автоматизированное конструкторское и технологическое проектирование;
  - Научно-исследовательская работа с семинаром;
  - Научно-исследовательская практика.
- .

**2.4** Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных (ОК) общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть
1	2	3	4	5	6
1	ОК-2	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Понятия и приемы моделирования как способа получения новых знаний; Методы анализа и синтеза	Получать необходимые для построения модели сведения из различных источников информации, включая периодическую литературу Применять методы анализа и синтеза	Понятиями и приемами моделирования Опыт применения анализа и синтеза при решении задач моделирования
2	ОПК-2	способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	Основные понятия, закономерности и методы математического моделирования систем технической физики Фундаментальные и прикладные основы и приложения математического моделирования Классификацию математических моделей, применяемых в технической физике	Выделять физическую, экономическую, техническую сущность поставленной в научной задаче проблемы Выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с задачами исследования	Навыками проведения количественного и качественного анализа построенной модели Приемами оптимальной модификации модели
3	ОПК-4	готовностью к коммуникации в	Терминологию	Устно и письменно	Навыками устного и

		устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности	математического моделирования	ставить задачи математического моделирования, описывать последовательность и результаты моделирования, готовить рекомендации по результатам моделирования	письменного представления результатов моделирования
4	ОПК-5	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к профессиональному росту	Возможности информационных технологий при подборе и реализации адекватной модели исследуемого объекта	Самостоятельно находить, осваивать и адаптировать существующие математические модели к условиям задачи	Навыками использования программного обеспечения для обоснования и реализации математических моделей объектов технической физики
5	ПК-6	способностью самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств	Основные понятия, определения и методы параметрической оптимизации.	Ставить задачи оптимизации и выбирать соответствующие задаче методы оптимизации, в том числе с учетом ограничений задачи	Специально разработанными для оптимизации программными средствами
6	ПК – 7	готовностью осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения	Особенности и ограничения применения физико-математических методов для построения математических моделей объектов	Составлять практические рекомендации по использованию полученных моделей, алгоритмов расчетов и	Методами математического моделирования объектов технической физики

		профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов	технической физики	результатов моделирования	Навыками обобщать и систематизировать полученные результаты моделирования по заданными или определенным критериям
7	ПК-16	готовностью решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ	Принципы, приемы и алгоритмы разработки и модификации математических моделей Существующие пакеты прикладных программ, используемых для построения моделей	Использовать моделирование как метод решения теоретических и эмпирических задач технической физики Самостоятельно выбирать адекватные модели изучаемых систем, составлять и реализовывать алгоритм расчета (в том числе с использованием известных пакетов прикладных программ) и производить необходимые вычисления при помощи компьютера	Навыками интерпретации и применения результатов, полученных при моделировании, в том числе для совершенствования самой модели.

## 2.5 Карта компетенций дисциплины.

КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ ДИСЦИПЛИНЫ					
НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Математическое моделирование в технической физике					
Цель дисциплины	Целями освоения учебной дисциплины являются формирование у обучающихся общекультурных и профессиональных компетенций, установленных ФГОС ВПО, в процессе изучения и применения принципов и методов математического моделирования объектов технической физики				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Общекультурные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ	Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции	
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВАНИЕ				
ОК-2	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знать понятия и приемы моделирования как способа получения новых знаний; методы анализа и синтеза; Уметь получать необходимые для построения модели сведения из различных источников информации, включая периодическую литературу; применять методы анализа и синтеза Владеть понятиями и приемами моделирования; опытом применения анализа	Путем проведения лекционных, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, выполнение тематических обзоров и микроисследований, организации самостоятельных работ.	Защита лабораторных работ, тематический обзор, микроисследования, практические разработки, экзамен	<b>Пороговый</b> Имеет представление о применении математического моделирования, анализа и синтеза при решении задач технической физики <b>Повышенный</b> Способен применять математическое моделирование, анализ и синтез при решении задач технической физики

		и синтеза при решении задач моделирования			
Общепрофессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-2	способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	Знать основные понятия, закономерности и методы математического моделирования систем технической физики, приемы анализа задач технической физики, классификацию математических моделей, применяемых в технической физике. Уметь выделять физическую сущность поставленной в научной задаче проблемы, выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с задачами исследования. Владеть навыками проведения	Путем проведения лекционных, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, выполнение тематических обзоров и микроисследований, организации самостоятельных работ.	Защита лабораторных работ, тематический обзор, микроисследования, практические разработки, экзамен	<b>Пороговый</b> Способен на основе имеющихся образцов выделять физическую суть исследовательской проблемы, выбирать модель и использовать ее для решения задач исследования <b>Повышенный</b> Способен самостоятельно выявлять физическую сущность научной проблемы, подбирать, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с требованиями исследования, проводить количественный и качественный анализ модели.

		количественного и качественно построенной модели, приемами оптимальной модификации модели			
ОПК-4	готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности	Знать терминологию математического моделирования Уметь устно и письменно ставить задачи математического моделирования, описывать последовательность и результаты моделирования, готовить рекомендации по результатам моделирования Владеть навыками устного и письменного представления результатов моделирования	Путем проведения лекционных, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, выполнение тематических обзоров и микроисследований, организации самостоятельных работ.	Защита лабораторных работ, тематический обзор, микроисследования, практические разработки, экзамен	<b>Пороговый</b> Способен на основе готовых образцов устно и письменно представлять результаты математического моделирования <b>Повышенный</b> Способен самостоятельно выбирать формы и структуру представления результатов математического моделирования, а также обсуждать их
ОПК-5	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовностью к	Знать возможности информационных технологий при подборе и реализации адекватной модели исследуемого объекта Уметь самостоятельно находить, осваивать и адаптировать существующие математические модели к условиям задачи	Путем проведения лекционных, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, выполнение тематических обзоров и микроисследований, организации самостоятельных работ.	Защита лабораторных работ, тематический обзор, микроисследования, практические разработки, экзамен	<b>Пороговый</b> Способен использовать возможности информационных технологий для подбора и реализации адекватных моделей исследуемого объекта <b>Повышенный</b> Способен самостоятельно подбирать, осваивать и адаптировать существующие модели к



	профессиональн ому росту	Владеть навыками использования программного обеспечения для обоснования и реализации математических моделей объектов технической физики			исследуемой проблеме, реализовывать математические модели с помощью специализированного программного обеспечения
Общепрофессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Уровни освоения компетенции
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВ КА				
ПК-6	способностью самостоятельно выполнять физико- технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальн ых и программных средств	Знать основные понятия, определения и методы параметрической оптимизации Умеет ставить задачи оптимизации и выбирать соответствующие задаче методы оптимизации, в том числе с учетом ограничений задачи; Владеет специально разработанными для оптимизации программными средствами	Путем проведения лекционных, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, выполнение тематических обзоров и микроисследований, организации самостоятельных работ.	Защита лабораторных работ, тематический обзор, микроисследова ния, практические разработки, экзамен	<b>Пороговый</b> Способен решать задачи оптимизации на основе существующих образцов <b>Повышенный</b> Способен самостоятельно анализировать задачи оптимизации, в том числе профессиональные, выбирать методы оптимизации и применять специальные программные средства для решения оптимизационных задач

ПК – 7	готовностью осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов	Знать особенности и ограничения применения современных физико-математических методов для построения математических моделей объектов технической физики Уметь составлять практические рекомендации по использованию полученных моделей, алгоритмов расчетов и результатов моделирования Владеть методами математического моделирования объектов технической физики Навыками обобщать и систематизировать полученные результаты моделирования по заданными или определенным критериям	Путем проведения лекционных, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, выполнение тематических обзоров и микроисследований, организации самостоятельных работ.	Защита лабораторных работ, тематический обзор, микроисследования, практические разработки, экзамен	<b>Пороговый</b> Способен оценивать области применимости методов математического моделирования <b>Повышенный</b> Способен грамотно применять методы математического моделирования для решения профессиональных задач, обобщать и систематизировать полученные в результате моделирования данные
ПК-16	готовностью решать прикладные инженерно-технические и технико-экономические задачи с помощью	Знать принципы, приемы и алгоритмы разработки и модификации математических моделей; существующие пакеты прикладных программ, используемых для построения моделей Уметь использовать	Путем проведения лекционных, лабораторных занятий, применения новых образовательных технологий, выполнение тематических обзоров и микроисследований,	Защита лабораторных работ, тематический обзор, микроисследования, практические разработки,	<b>Пороговый</b> Способен использовать моделирование как один из методов решения экспериментальных и теоретических задач <b>Повышенный</b> Способен самостоятельно применять математическое

	<p>пакетов прикладных программ</p>	<p>моделирование как метод решения теоретических и эмпирических задач технической физики; самостоятельно выбирать адекватные модели изучаемых систем, составлять и реализовывать алгоритм расчета (в том числе с использованием известных пакетов прикладных программ) и производить необходимые вычисления при помощи компьютера  Владеть навыками интерпретации и применения результатов, полученных при моделировании, в том числе для совершенствования самой модели</p>	<p>организации самостоятельных работ.</p>	<p>экзамен</p>	<p>моделирование при решении профессиональных задач, интерпретировать полученные при моделировании результаты, представлять их в форме отчетов и докладов, а также применять полученные результаты в дальнейших исследованиях</p>
--	------------------------------------	--	---	----------------	---

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. ОБЪЕМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры	
			№ 1	часов
1		2	3	
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)		34	34	
В том числе:				
Лекции (Л)		16	16	
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)				
Лабораторные работы (ЛР)		18	18	
2. Самостоятельная работа студента (всего)		110	110	
В том числе				
СРС в семестре:		74	74	
Курсовая работа	КП			
	КР			
Другие виды СРС:				
Подбор и изучение литературных источников, работа с периодической печатью, подготовка тематических обзоров по периодике		7	7	
Подготовка к лабораторным работам		28	28	
Выполнение микроисследований и подготовка практических разработок		12	12	
Защита лабораторных работ		24	24	
Подготовка к экзамену		3	3	
СРС в период сессии		36	36	
Вид промежуточной аттестации	зачет (З)	экзамен	экзамен	
	экзамен (Э)			
		36	36	
ИТОГО: Общая трудоемкость	Часов	144	144	
	ЗЕТ	4	4	

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Содержание разделов учебной дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
1	1	Общие сведения о моделировании технических систем	Понятие и виды моделирования. Особенности моделирования объектов технической физики. Методология автоматизированного проектирования. Структура и параметры объектов моделирования. Особенности технологии автоматизированного проектирования. Постановка задач проектирования. Классификация математических моделей. Режимы функционирования технических объектов.
	2	Математические модели объектов технической физики на микро- и макроуровнях	Объекты проектирования на микроуровне. Основы построения математических моделей на микроуровне. Особенности проектирования тепловых, механических, гидравлических систем. Приближенные математические модели объектов технической физики на микроуровне. Объекты проектирования на макроуровне. Динамическая модель технического объекта на макроуровне. Компонентные и топологические уравнения. Особенности моделирования механических, тепловых, гидравлических и электрических систем. Определение параметров элементов динамических моделей объектов технической физики. Способы построения теоретических моделей на макроуровне. Графическое представление математических моделей. Матричная форма представления математической модели. Узловой метод формирования математической модели. Уравнения Лагранжа второго рода. Метод функционально законченных элементов.
	3	Нелинейные системы. Качественный анализ и упрощение	Виды нелинейных характеристик элементов технических систем. Моделирование нелинейных элементов. Моделирование нелинейных систем. Связи элементов технических систем. Моделирование технических объектов с неустойчивыми связями. Задачи качественного анализа математических моделей. Оценка свойств математической модели. Матрица Якоби и оценка физических свойств системы по спектру матрицы Якоби. Топология динамических моделей. Упрощение динамических моделей систем различной природы.
	4	Моделирование и анализ статических состояний	Задачи анализа статических состояний технических систем. Постановка задач анализа статических состояний. Численные методы решения систем алгебраических уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Методы релаксации. Метод Ньютона. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Анализ статических состояний линейных технических систем. Анализ статических состояний нелинейных технических систем.
	5	Моделирование и анализ переходных процессов	Задачи анализа переходных процессов в технических системах. Численные методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Погрешности численных методов интегрирования. Устойчивость численных методов интегрирования. Одношаговые и многошаговые методы интегрирования. Методы прогноза и коррекции. Оценка показателей качества переходных процессов. Анализ переходных

		процессов технических систем
6	Моделирование и анализ вероятностных систем	Числовые вероятностные характеристики. Моделирование случайных величин. Основные свойства случайных процессов. Моделирование реализаций случайных процессов. Оценки вероятностных характеристик реализаций случайных процессов. Определение статистических оценок вероятностных характеристик случайных процессов и случайных величин. Имитационное моделирование
7	Оптимизация параметров технических систем	<p>Принцип локальной оптимизации и методологии автоматизированного проектирования. Основные понятия и определения параметрической оптимизации. Определение экстремума аналитической целевой функции. Поиск оптимизация. Постановка задач оптимизации. Формирование целевой функции в многокритериальной задаче оптимизации. Выбор управляемых параметров. Методы поиска экстремума целевой функции. Методы безусловной оптимизации (покоординатного спуска, случайного поиска, градиента, наискорейшего спуска, Ньютона, Марквардта). Оптимизация в условиях сложного рельефа поверхностей отклика (методы вращающихся координат, сопряженных направлений и градиентов, переменной метрики, регулярного симплекса, деформируемого многогранника).</p> <p>Оптимизация параметра технических систем с учетом ограничений. Функция штрафа при различных ограничениях. Метод множителей Лагранжа. Алгоритм метода штрафных функций. Метод проекции градиента. Оптимизация параметров на основе максиминной стратегии.</p>

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

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестрам)
			Л	ЛР	ПЗ/С	СРС	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1</b>	<b>1</b>	Общие сведения о моделировании технических систем	2	2	-	6	10	Защита лабораторных работ (2 неделя)
	<b>2</b>	Математические модели объектов технической физики на микро- и макроуровнях	4	2		10	16	Защита лабораторных работ (3 – 5 недели)
	<b>3</b>	Нелинейные системы. Качественный анализ и упрощение	2	2		10	14	Защита лабораторных работ (6 неделя) Тематический обзор (7неделя)
	<b>4</b>	Моделирование и анализ статических состояний	2	2		12	16	Защита лабораторных работ (8 -9 недели) Микроисследование (9 неделя)
	<b>5</b>	Моделирование и анализ переходных процессов	2	4		12	18	Защита лабораторных работ (10 – 11 неделя) Практические разработки (12 неделя)
	<b>6</b>	Моделирование и анализ вероятностных систем	2	2		10	14	Защита лабораторных работ (13 неделя) Тематический обзор (14 неделя)
	<b>7</b>	Оптимизация параметров технических систем	2	4		14	20	Защита лабораторных работ (15, 17 неделя) Микроисследование (16 неделя) Практическая разработка (18 неделя)
			Разделы дисциплины 1- 7	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>74</b>	<b>108</b>
		<b>ИТОГО за семестр</b>				<b>36</b>	<b>36</b>	<b>Экзамен</b>
		<b>ИТОГО</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>110</b>	<b>144</b>	<b>Экзамен</b>

### 2.3. Лабораторный практикум

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование лабораторных работ	Всего часов
1	2	3	4	5
1	1.	Общие сведения о моделировании технических систем	1. Анализ модели технической системы	2
	2.	Математические модели объектов технической физики на микро- и макроуровнях	2. Основы построения моделей на микроуровне 3. Построение моделей технических систем на макроуровне	1 1
	3.	Нелинейные системы. Качественный анализ и упрощение	4. Моделирование нелинейных систем 5. Оценка свойств математической модели на основе матрицы Якоби	1 1
	4.	Моделирование и анализ статических состояний	6. Математическое моделирование статического состояния с использованием итерационных методов 7. Анализ состояния статической системы	1 1
	5.	Моделирование и анализ переходных процессов	8. Устойчивость и точность численного интегрирования 9. Анализ переходных процессов технических систем	2 2
	6.	Моделирование и анализ вероятностных систем	10. Моделирование случайных величин 11. Моделирование случайных процессов	1 1
	7.	Оптимизация параметров технических систем	12. Методы безусловной оптимизации 13. Основы параметрической оптимизации	2 2
		<b>ИТОГО в семестре</b>		<b>18</b>
		<b>ИТОГО</b>		<b>18</b>

3

2.4. Примерная тематика курсовых работ не предусмотрены



### 3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

#### 3.1. Виды СРС

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды СРС	Всего часов	
1	2	3	4	5	
1	1.	Общие сведения о моделировании технических систем	Подготовка к лабораторным работам Защита лабораторных работ	4 2	
	2.	Математические модели объектов технической физики на микро- и макроуровнях	Подготовка к лабораторным работам Защита лабораторных работ Подбор и изучение литературных источников для тематического обзора Подготовка к экзамену	4 2 3 1	
	3.	Нелинейные системы. Качественный анализ и упрощение	Подготовка к лабораторным работам Защита лабораторных работ Тематический обзор	4 4 2	
	4.	Моделирование и анализ статических состояний	Подготовка к лабораторным работам Защита лабораторных работ Изучение литературы к микроисследованию Поведение микроисследования	4 4 1 3	
	5.	Моделирование и анализ переходных процессов	Подготовка к лабораторным работам Защита лабораторных работ Подготовка к экзамену Подготовка практических разработок	4 4 1 3	
	6.	Моделирование и анализ вероятностных систем	Подготовка к лабораторным работам Защита лабораторных работ Тематический обзор	4 4 2	
	7.	Оптимизация параметров технических систем	Подготовка к лабораторным работам Защита лабораторных работ Поведение микроисследования Подготовка к экзамену Подготовка практических разработок	4 4 3 1 2	
	Экзамен			Изучение конспектов лекций по темам 1 - 2	3
				Изучение конспектов лекций по темам 3 -4	3
				Изучение конспектов лекций по теме 5 - 6	3
				Изучение конспектов лекций по теме 7	3
				Разбор практических примеров моделей технических систем	2
				Анализ принципов построения моделей на микро- и макроуровне на примере моделей, полученных на лабораторных занятиях	3
				Разбор практических примеров моделей нелинейных систем	3
				Разработка и анализ модели статической системы	2
				Анализ примеров переходных процессов	2
				Разработка и анализ модели случайного процесса	2
			Изучение литературы по оптимизации	2	
			Разработка параметрической оптимизации одной из моделей	4	
			<b>Сдача экзамена</b>	<b>4</b>	
<b>ИТОГО</b>				<b>112</b>	

3.2. График работы студента  
 Семестр № \_\_\_\_\_ 1\_

Форма оценочного средства*	Условное обозначение	Номер недели																		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Собеседование	Соб	+																		
Допуск к выполнению лабораторных работ	ДЛР		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Тематический обзор	ТО								+							+				
Микроисследование	МИ										+							+		
Практическая разработка	ПР													+						+
Защита лабораторных работ	ЗРЛ			+	+	+	+	+		+	+	+	+		+		+			

### 3.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

#### **Некоторые общие рекомендации по изучению литературы.**

- 1) Всю учебную литературу желательно изучать «под конспект». Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, даже пусть самым кратким – бесполезная работа. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранной специальности.
- 2) Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально его структурируя и используя символы и условные обозначения. Копирование и заучивание неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет большой познавательной и практической ценности.
- 3) При написании конспекта используется тетрадь, поля в которой обязательны. Страницы нумеруются, каждый новый вопрос начинается с нового листа, для каждого экзаменационного вопроса отводится 1-2 страницы конспекта. На полях размещается вся вспомогательная информация – ссылки, вопросы, условные обозначения и т.д.
- 4) В идеале должен получиться полный конспект по программе дисциплины, с выделенными определениями, узловыми пунктами, примерами, неясными моментами, проставленными на полях вопросами.
- 5) При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении установочных лекций и консультаций, либо в индивидуальном порядке.
- 6) При чтении учебной и научной литературы всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.
- 7) При написании учебного конспекта обязательно указывать все прорабатываемые источники, автор, название, дата и место издания, с указанием использованных страниц.

#### 3.3.1. Лабораторные работы

Выполнение студентами лабораторных и практических работ направлено на достижение следующих целей:

обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

формирование умений, получение первоначального практического опыта по выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины. Освоенные на практических и лабораторных занятиях умения в совокупности с усвоенными знаниями и

полученным практическим опытом при прохождении учебной и производственной практики формируют профессиональные компетенции;

совершенствование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как творческая инициатива, самостоятельность, ответственность, способность работать в команде и брать на себя ответственность за работу всех членов команды, способность к саморазвитию и самореализации

Алгоритм выполнения студентами учебных заданий лабораторной работы во многом определяется целью данной формы практического занятия, формулируемой преподавателем.

Как и всякое практическое занятие, каждая лабораторная работа должна иметь четко сформулированную цель своего проведения.

Учебные задания, разрабатываемые преподавателем в соответствии с задачами лабораторной работы, всегда должны содержать исходные данные для самостоятельного выполнения студентами профессионально ориентированных прикладных учебных действий.

Процесс подготовки, выполнения и защиты лабораторной работы предполагает следующие этапы:

1. Подготовка к лабораторной работе. Оформление макета отчета.

Макет отчета должен содержать:

тему лабораторной работы;

цель занятия;

ключевые расчетные формулы и схемы;

таблицы для представления полученных результатов;

формулы для расчета погрешностей.

2. Допуск к выполнению лабораторной работы осуществляется по результатам собеседования с преподавателем, на котором студенты демонстрируют, что знают, что, зачем и в какой последовательности будут выполнять.
3. Выполнение лабораторной работы. В ходе выполнения студенты решают поставленные учебные задачи, получают необходимые результаты и оформляют отчет.
4. Завершение отчета и защита лабораторной работы. На этом этапе студенты завершают расчеты по лабораторной работе, рассчитывают погрешности, если это предусмотрено заданиями, и формулируют вывод по результатам работы. Защита работы предполагает анализ преподавателем отчета и ответ студентов на контрольные вопросы.

Образцы заданий для защиты лабораторных работ

1. Защита лабораторной работы №1	1. С какими видами моделей Вы познакомились в процессе выполнения лабораторной работы?
	2. В каких случаях целесообразно использовать дискретные модели?
	3. Проведите классификацию математических моделей классической механики
2. Защита лабораторной работы №2	1. Какие фундаментальные физические законы используются для построения математических моделей объектов технической физики с распределенными параметрами? Приведите примеры.

	<p>2. Какие уравнения составляют математическую модель теплового объекта на микроуровне?</p> <p>3. В чем заключается метод сеток получения приближенной модели объекта технической физики? Приведите пример моделирования с использованием обеих разновидностей метода сеток.</p>
3. Защита лабораторной работы №3	<p>1. Что принято называть динамической моделью?</p> <p>2. Какие уравнения называются компонентными? Для каких целей они используются при моделировании?</p> <p>3. В чем отличие топологических уравнений от компонентных?</p>
4. Защита лабораторной работы №4	<p>1. Какая система называется нелинейной? Приведите примеры нелинейных систем.</p> <p>2. Перечислите виды нелинейных элементов с однозначными характеристиками.</p> <p>3. Какие системы называют неголономными? Какими уравнениями могут описываться неголономные связи?</p>
5. Защита лабораторной работы №5	<p>1. Какие характеристики технической системы можно оценить по матрице Якоби?</p> <p>2. Что такое устойчивость системы? Какие свойства модели и системы характеризует устойчивость?</p> <p>3. Что характеризует матрица Якоби и ее спектр? Приведите примеры.</p>
6. Защита лабораторной работы №6	<p>1. В чем заключается различие между динамическими и статическими режимами системы? Приведите примеры статических режимов.</p> <p>2. В чем заключается итерационный метод решения систем алгебраических уравнений?</p> <p>3. В чем заключается метод Ньютона? В каких случаях его стоит применять?</p>
7. Защита лабораторной работы №7	<p>1. Каковы особенности анализа статических состояний гидродинамических систем?</p> <p>2. Чем отличается анализ статических состояний линейных и нелинейных технических систем?</p> <p>3. В чем особенность систем с ленточными матрицами? Какие методы используются для решения систем, характеризуемых такими матрицами?</p>
8. Защита лабораторной работы №8	<p>1. Почему численное интегрирование играет большую роль при моделирование переходных процессов?</p> <p>2. Чем отличаются одношаговые и многошаговые численные методы интегрирования? Для решения каких задач применяются многошаговые методы?</p> <p>3. Перечислите основные погрешности численных методов интегрирования.</p>
9. Защита лабораторной работы №9	<p>1. Охарактеризуйте сущность простейших методов прогноза и коррекции.</p> <p>2. В чем заключаются методы неявного численного интегрирования? Приведите примеры таких методов.</p> <p>3. Какую величину принято называть переходной характеристикой? Как ее можно определить?</p>
10. Защита лабораторной работы №10	<p>1. Сформулируйте основные свойства функции распределения.</p> <p>2. Перечислите числовые вероятностные характеристики.</p> <p>3. Какие теоретические распределения вероятностей наиболее часто используют в физике?</p>
11. Защита лабораторной работы №11	<p>1. В чем различие между эргодическими и неэргодическими случайными процессами?</p> <p>2. Какими соотношениями задаются алгоритмы формирования дискретных реализаций случайных процессов?</p> <p>3. Опишите алгоритм оценки плотности вероятности.</p>
12. Защита лабораторной работы №12-13	<p>1. В каких случаях используют алгоритм поисковой оптимизации? Какие этапы включает в себя этот алгоритм?</p> <p>2. Перечислите основные стратегии решения многокритериальных задач оптимизации</p> <p>3. Охарактеризуйте метод градиента. В каких случаях целесообразно его применение?</p>

### 3.3.2. Тематический обзор Тематический обзор

Задача тематического обзора – сформировать навыки работы с литературой и поиска информации по заявленной теме.

1. Тематический обзор	1. Ознакомьтесь с содержанием раздела «Качественный анализ и упрощение» по списку рекомендованной литературы. Законспектируйте основные положения
	2. Подберите дополнительную литературу к подразделу «Матрица Якоби». Кратко перечислите и охарактеризуйте основные направления их применения
	3. Проанализируйте ряд статей по тематике своего научного исследования. Перечислите основные методы упрощения и анализа моделей, которые в них использованы. Оцените правомерность и целесообразность их применения.
	1. Проанализируйте предложенные преподавателем статьи. Какие методы моделирования встречаются в них чаще всего? Выберите один из них и перечислите все встреченные его модификации.
	2. Кратко сформулируйте основные идеи метода Монте-Карло. Для решения каких задач его применяют в физике?
	3. Проанализируйте основные возможности вейвлет-анализа.

### 3.3.3. Практическая разработка

Практическая разработка направлена на закрепление навыков построения анализа и синтеза математических моделей из профессиональной области магистранта

Примерное задание

1. Практическая разработка	1. Смоделируйте последовательную RLC цепь. Постройте для нее зависимость тока от частоты, определите резонансную частоту, добротность контура, импеданс цепи и его минимальное значение.
	2. Продумайте и сформулируйте серию практических заданий на основе выполненного моделирования
	3. Разработайте краткое описание теоретических основ, необходимых для выполнения практических заданий.

### 3.3.4. Микроисследование

Цель микроисследования – подробнее разобрать отдельные вопросы дисциплины, самостоятельно подобрать дополнительную литературу и математические модели в соответствии с заданием

1. Микроисследование	1. Рассмотрите задачу своей магистерской работы как задачу оптимизации. Обоснуйте возможность такого подхода
	2. Предложите варианты возможных подходов к оптимизации в рамках своего исследования. Существуют ли подобные решения в других исследованиях
	3. Подберите математические модели, подходящие к поставленной задаче и проведите их предварительное исследование

## 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств (см. Фонд оценочных средств)

4.2. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине  
Рейтинговая система не используется.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература

п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Исползуется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. - М. : Флинта, 2011. - 271 с. – Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93344">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=93344</a> (24.06.2019).	1 - 7	1	ЭБС	
2	Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. П. В. Трусова. - М. : Логос, 2004. - 439 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84691">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84691</a> (дата обращения: 24.06.2019).	1 – 7	1	ЭБС	
3	Никулин, К. С. Математическое моделирование в системе Mathcad [Электронный ресурс] : лабораторный практикум : учебное пособие / К. С. Никулин ; М-во транспорта Российской Федерации, Московская гос. академия водного транспорта. - М. : Альтаир : МГАВТ, 2008. - 128 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=430749">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=430749</a> (дата обращения: 24.06.2019).	1-7	1	ЭБС	
4	Самарский, А. А. Математическое моделирование [Электронный ресурс] / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. - М. : Физматлит, 2005. - 160 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68976">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=68976</a> (дата обращения: 24.06.2019).	1 – 7	1	ЭБС	

## 5.2. Дополнительная литература

п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год	Исползуется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Беликова, Н. А. Математическое моделирование [Электронный ресурс] Ч. 2. : учебное пособие / Н. А. Беликова, В. В. Горелова, О. В. Юсупова. - М. : Самарский гос. архитектурно-строительный университет, 2009. - 66 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=144941">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=144941</a> (дата обращения: 24.06.2019)	1 - 6	1	ЭБС	
2	Буйначев, С. К. Применение численных методов в математическом моделировании [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. К. Буйначев; науч. ред. Ю. В. Песин. - Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2014. - 72 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275957">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275957</a> (дата обращения: 24.06.2019).	1 - 7	1	ЭБС	
3	Взаимосвязь фундаментальной науки и технологии как объект философии науки [Электронный ресурс] / Российская академия наук, Институт философии ; отв. ред. Мамчур. - М. : Институт философии РАН, 2014. - 229 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=443840&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=443840&amp;sr=1</a> (дата обращения: 24.06.2019).	1 - 6	1	ЭБС	
4	Глухов, Д. О. Моделирование систем управления [Электронный ресурс] : практикум / Д. О. Глухов, И. В. Петухов ; под ред. Д. О. Глухова ; Поволжский гос. технологический университет . - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2015. - 84 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=437061">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=437061</a> (дата обращения: 24.06.2019).	1 - 7	1	ЭБС	
5	Забудский, Г. Г. Математическое моделирование в экономике [Электронный ресурс] / Г. Г. Забудский ; - Омск : Омский гос. университет, 2008. - 91 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=237142">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=237142</a> (дата обращения: 24.06.2019)	1 - 7	1	ЭБС	
6	Измаилов, А. Ф. Численные методы оптимизации [Электронный ресурс] / А. Ф. Измаилов, В. М. Солодков. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Физматлит, 2008. - 320 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69317">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=69317</a> (дата обращения: 24.06.2019).	7	1	ЭБС	



7	Инструментальные средства математического моделирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Золотарев, А. А. Бычков, Л. И. Золотарева, А. П. Корнюхин - Ростов-на-Дону : Изд-во Южного федерального университета, 2011, 90 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241127">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=241127</a> (дата обращения: 24.06.2019)	1 - 7	1	ЭБС	
8	Кудряшов, В. С. Моделирование систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. С. Кудряшов, М. В. Алексеев. - Воронеж : Воронежский гос. университет инженерных технологий, 2012. - 208 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=141980">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=141980</a> (дата обращения: 24.06.2019).	1 - 7	1	ЭБС	
9	Летова, Т. А. Методы оптимизации. Практический курс [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. А. Летова, А. В. Пантелеев. - М. : Логос, 2011. - 424 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84995">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=84995</a> (дата обращения: 24.06.2019)	7	1	ЭБС	
10	Лыкин, А. В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Лыкин. - 3-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 227 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228767">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228767</a> (дата обращения: 24.06.2019).	1-7	1	ЭБС	
11	Мезенцев, Ю. А. Математические задачи оптимального управления реализацией проектов [Электронный ресурс] : монография / Ю.А . Мезенцев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский гос.й технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 149 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436252">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=436252</a> (дата обращения: 24.06.2019).	7	1	ЭБС	
12	Федунец, Н. И. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. И. Федунец, Ю. Г. Черников. - М. : Горная книга, 2009. - 376 с. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229023">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=229023</a> (дата обращения: 24.06.2019).	7	1	ЭБС	

### 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red) (дата обращения: 08.07.2019).

2. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru> (дата обращения: 08.07.2019).

3. Лань [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 08.07.2019)

4. ВООК.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <http://www.book.ru> (дата обращения: 20.06.2019).

5. Moodle [Электронный ресурс] : среда дистанционного обучения / Ряз. гос. ун-т. - Рязань, [Б.г.]. - Доступ, после регистрации из сети РЕУ имени С. А. Есенина, из любой точки, имеющей доступ к Интернету. - Режим доступа: <http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2> (дата обращения: 25.07.2019).

6. Znanium.com [Электронный ресурс] : электронная библиотека. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <http://znanium.com> (дата обращения: 08.07.2019).

7. Труды преподавателей [Электронный ресурс]: коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С. А. Есенина. - Доступ к полным текстам по паролю. - Режим доступа: <http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3> (дата обращения: 08.07.2019).

8. Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс] : официальный сайт / Рос. гос. б-ка. - Москва : Рос. гос. б-ка, 2003 -. Доступ к полным текстам из комплексного читального зала НБ РГУ имени С. А. Есенина. - Режим доступа: <http://diss.rsl.ru> (дата обращения: 08.07.2019).

#### **5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. - Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный (дата обращения: 15.07.2019).
2. КиберЛенинка [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru>, свободный (дата обращения: 15.07.2019).
3. EqWorld. The World of Mathematical Equations [Электронный ресурс] : Международный научно-образовательный сайт. - Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>. свободный (дата обращения: 15.07.2019).
4. Prezentacva.ru [Электронный ресурс]: образовательный портал. - Режим доступа: <http://prezentacva.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2019).
5. Библиотека методических материалов для учителя [Электронный ресурс] : образовательный портал // Инфоурок. - Режим доступа: <https://infourok.ru/biblioteka> свободный (дата обращения: 15.07.2019).
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс] : федеральный портал. - Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.07.2019).
7. Информационно-коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс]: система федеральных образовательных порталов.

- Режим доступа: <http://wwwv.ict.edu.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2019).
8. Инфоурок [Электронный ресурс]: образовательный портал. - Режим доступа: <https://infourok.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2019).
  9. Качество и образование [Электронный ресурс]: сайт. - Режим доступа: <http://www.tqm.spb.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2019).
  10. Российский общеобразовательный портал [Электронный ресурс]: [образовательный портал]. - Режим доступа: <http://www.school.edu.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2019).
  11. Российская педагогическая энциклопедия [Электронный ресурс]: электронная энцикл. // Гумер — гуманитарные науки. - Режим доступа: <https://www.gumer.info/bibltotekBuks/Pedagog/russpenc/index.php>. свободный (дата обращения: 15.07.2019).
  12. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс] // Единое окно доступа к образовательным ресурсам. - Режим доступа: <http://fcior.edu.ru>, свободный (дата обращения: 15.07.2019).
  13. Физика, химия, математика студентам и школьникам [Электронный ресурс]: образовательный проект А. Н. Варгина. - Режим доступа: <http://www.ph4s.ru>, свободный (дата обращения: 15.07.2019).
  14. Цифровая техника в радиосвязи [Электронный ресурс]: сайт. - Режим доступа: <http://digteh.ru>. свободный (дата обращения: 15.07.2019).

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий: Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, др. оборудование; компьютерный класс

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся: Видеопроектор, ноутбук, переносной экран. Персональный компьютер с установленным специализированным программным обеспечением

6.3. Требования к специализированному оборудованию:  
Не предусмотрено.

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (Заполняется только для стандарта ФГОС ВПО)

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины  
Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и лабораторные занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее

сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

При подготовке к лабораторной работе студенты изучают методические указания к лабораторным работам, готовят макет отчета к лабораторной работе, изучают теоретические основы работы и порядок ее выполнения, а также завершают подготовку отчета по предыдущей лабораторной работе, готовят ответы на контрольные вопросы.

В ходе лабораторных занятий углубляются и закрепляются знания студентов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, формируются умения и навыки по разделам дисциплины.

При подготовке к лабораторным занятиям студент должен:

- изучить теорию по теме лабораторной работы, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу;
- составить план выполнения расчетов с учётом правил техники безопасности;
- получить допуск к работе в лабораторной аудитории, ознакомившись с инструкцией по охране труда;
- ознакомиться с вопросами к допуску к лабораторной работе и быть готовым ответить на них во время допуска к выполнению работы.

В процессе выполнения лабораторной работы, в случае затруднения, студент вправе обратиться за помощью к преподавателю.

После выполнения всех заданий лабораторной работы студенту надлежит выполнить индивидуальное творческое задание к лабораторной работе, направленное на закрепление умений студента, полученных в ходе выполнения заданий лабораторной работы, но требующее от студента их применения в новой ситуации.

Результаты выполнения лабораторной работы и индивидуального творческого задания представляются преподавателю для проверки. Проверка преподавателя осуществляется не только визуально, но и предусматривает ответы студента на уточняющие вопросы, поэтому перед сдачей лабораторной работы необходимо еще раз просмотреть теоретический материал к работе.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов
2. Консультирование посредством электронной почты.
3. Выполнение лабораторных работ, разработка и реализация математических моделей в специальной среде.
4. Представление отчетов по результатам выполнения лабораторных работ

**10. Требования к программному обеспечению учебного процесса.**

1. Операционная система Windows Pro (договор №Tr000043844 от 22.09.15г.);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор №14/03/2019-0142 от 30/03/2019г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

## 11. Иные сведения

Приложение 1

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине для промежуточного контроля успеваемости

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции или её части	Наименование оценочного средства
1	Общие сведения о моделировании технических систем	ОК-2; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-16	экзамен
2	Математические модели объектов технической физики на микро- и		
3	Нелинейные системы. Качественный анализ и упрощение		
4	Моделирование и анализ статических состояний		
5	Моделирование и анализ переходных процессов		
6	Моделирование и анализ вероятностных систем		
7	Оптимизация параметров технических систем		

**ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Индекс компетенции	Содержание компетенции	Элементы компетенции	Индекс элемента
ОК-2	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать	
		Понятия и приемы моделирования как способа получения новых знаний	ОК-2 З1
		Методы анализа и синтеза	ОК-2 З2
		уметь	
		Получать необходимые для построения модели сведения из различных источников информации, включая периодическую литературу	ОК-2 У1
		Применять методы анализа и синтеза	ОК-2 У2
		владеть	
		Понятиями и приемами моделирования	ОК-2 В1
	Опыт применения анализа и синтеза при решении задач моделирования	ОК-2 В2	
ОПК-2	способностью	знать	

	демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук	Основные понятия, закономерности и методы математического моделирования систем технической физики	ОПК-2 31
		Фундаментальные и прикладные основы и приложения математического моделирования	ОПК-2 32
		Классификацию математических моделей, применяемых в технической физике	ОПК-2 33
		уметь	
		Выделять физическую, экономическую, техническую сущность поставленной в научной задаче проблемы	ОПК-2 У1
		Выбирать соответствующие задаче модели, изменять, дополнять, адаптировать и развивать модель в соответствии с задачами исследования	ОПК-2 У2
		владеть	
		Навыками проведения количественного и качественного анализа построенной модели	ОПК-2 В1
ОПК-4	готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности	Приемами оптимальной модификации модели	ОПК-2 В2
		знать	
		Терминологию математического моделирования	ОПК-4 31
		уметь	
		Устно и письменно ставить задачи математического моделирования, описывать последовательность и результаты моделирования, готовить рекомендации по результатам моделирования	ОПК-4 У1
		владеть	
		Навыками устного и письменного представления результатов моделирования	ОПК-4 В1
		ОПК-5	способностью осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач,
Возможности информационных технологий при подборе и реализации адекватной модели исследуемого объекта	ОПК-5 31		
уметь			
Самостоятельно находить, осваивать и адаптировать существующие математические модели к условиям задачи	ОПК-5 У1		

	готовностью к профессиональному росту	владеть	
		Навыками использования программного обеспечения для обоснования и реализации математических моделей объектов технической физики	ОПК-5 В1
ПК-6	способностью самостоятельно выполнять физико-технические научные исследования для оптимизации параметров объектов и процессов с использованием стандартных и специально разработанных инструментальных и программных средств	знать	
		Основные понятия, определения и методы параметрической оптимизации.	ПК-6 З1
		уметь	
		Ставить задачи оптимизации и выбирать соответствующие задаче методы оптимизации, в том числе с учетом ограничений задачи	ПК-6 У1
		владеть	
		Специально разработанными для оптимизации программными средствами	ПК-6 В1
ПК – 7	готовностью осваивать и применять современные физико-математические методы и методы искусственного интеллекта для решения профессиональных задач, составлять практические рекомендации по использованию полученных результатов	знать	
		Особенности и ограничения применения физико-математических методов для построения математических моделей объектов технической физики	ПК-7 З1
		уметь	
		Составлять практические рекомендации по использованию полученных моделей, алгоритмов расчетов и результатов моделирования	ПК-7 У1
		владеть	
		Методами математического моделирования объектов технической физики	ПК-7 В1
		Навыками обобщать и систематизировать полученные результаты моделирования по заданным или определенным критериям	ПК-7 В2
ПК-16	готовностью решать прикладные инженерно-технические и	знать	
		Принципы, приемы и алгоритмы разработки и модификации математических моделей	ПК-16 З1
		Существующие пакеты прикладных программ, используемых для	ПК-16 З2



экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ	построения моделей	
	уметь	
	Использовать моделирование как метод решения теоретических и эмпирических задач технической физики	ПК-16 У1
	Самостоятельно выбирать адекватные модели изучаемых систем, составлять и реализовывать алгоритм расчета (в том числе с использованием известных пакетов прикладных программ) и производить необходимые вычисления при помощи компьютера	ПК-16 У2
	владеть	
Навыками интерпретации и применения результатов, полученных при моделировании, в том числе для совершенствования самой модели.	ПК-16 В1	

КОМПЛЕКТ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (Экзамен)

№	*Содержание оценочного средства	Индекс оцениваемой компетенции и ее элементов
1	Понятие моделирования. Процесс моделирования. Прямые, обратные задачи и задачи настройки модели	ОК-2 31, ОК-2 32, ОК-2 У2, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-6 31, ПК-16 31
2	Нормальное распределение. Моделирование нормально-распределенных процессов и явлений	ОК-2 31, ОК-2 У2, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-2 33, ОПК-4 31, ПК-16 31
3	Пра- и супра- модели и их отличия от простых моделей. Классификация моделей.	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 33, ОПК-4 31
4	Моделирование производственных процессов и систем.	ОК-2 31, ОК-2 32, ОК-2 У2, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-6 31, ПК-7 31, ПК-16 31
5	Понятие модели. Требования, предъявляемые к моделям. Процесс моделирования	ОК-2 31, ОК-2 У2, ОПК-2 31, ОПК-4 31, ПК-6 31, ПК-7 31, ПК-16 31
6	Способы представления задач моделирования. Специализированные пакеты прикладных программ	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 33, ОПК-4 31, ПК-6 31, ПК-7 31, ПК-16 32
7	Общие принципы построения моделирующих алгоритмов.	ОК-2 31, ОК-2 32, ОК-2 У2, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-6 31, ПК-7 31, ПК-16 31
8	Линейные регрессионные модели.	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 33, ОПК-4 31
9	Системы массового обслуживания. Моделирование СМО	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-7 31, ПК-16 31
10	Параметрическая оптимизация.	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 33, ОПК-4 31, ПК-6 31, ПК-7 31
11	Моделирование марковских случайных процессов	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-16 31
12	Динамические системы и их моделирование	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 33, ОПК-4 31, ПК-16 31
13	Моделирование случайной величины с заданным законом распределения	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-16 31
14	Динамические регрессионные модели	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 33, ОПК-4 31, ПК-16 31
15	Составление и анализ временной диаграммы	ОК-2 31, ОК-2 32, ОК-2 У2,

	при моделировании СМО	ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-7 31
16	Объектный принцип моделирования	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-16 31
17	Оценка качества модели	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-16 31
18	Моделирование триггера, генераторов	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-7 31, ПК-16 31
19	Свойства моделей. Цели моделирования	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-16 31
20	Итерационные методы моделирования. Методы прогноза и коррекции	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-2 33, ОПК-4 31, ПК-16 31
21	Моделирование случайных величин. Метод Монте-Карло	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-2 33, ОПК-4 31, ПК-16 31
22	Моделирование систем с распределенными параметрами	ОК-2 31, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-2 33, ОПК-4 31, ПК-6 31, ПК-16 31
23	Моделирование потоков событий	ОК-2 31, ОК-2 32, ОК-2 У2, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-2 33, ОПК-4 31, ПК-16 31
24	Моделирование генераторов случайных чисел	ОК-2 31, ОК-2 32, ОК-2 У2, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-2 33, ОПК-4 31, ПК-7 31, ПК-16 31
25	Этапы построения математической модели	ОК-2 31, ОК-2 32, ОК-2 У2, ОПК-2 31, ОПК-2 32, ОПК-4 31, ПК-16 31
26	Проанализируйте и проведите моделирование явления интерференции на двойной щели. Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще физических задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
27	Проанализируйте и проведите моделирование транспортной задачи. Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-2 В2, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 У1, ОПК-5 В1, ПК-

		6 У1, ПК-6 В1, ПК-7 В1, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
28	Проанализируйте и проведите моделирование эллиптических планетарных орбит. Предложите программную реализацию модели. Удостоверьтесь, что в модели выполняются законы Кеплера.	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-2 В1, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
29	Проанализируйте и приведите пример создания имитационной модели экономического процесса. Предложите программную реализацию модели. Предложите рекомендации по применению этой модели.	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-2 В1, ОПК-2 В2, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 У1, ОПК-5 В1, ПК-6 У1, ПК-6 В1, ПК-7 У1, ПК-7 В1, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
30	Проанализируйте и проведите моделирование опыта Резерфорда. Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
31	Проанализируйте и проведите моделирование уравнения состояния неидеального газа (Ван-дер-Ваальса). Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще нефизических задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
32	Проанализируйте и приведите пример создания имитационной модели системы массового обслуживания. Предложите программную реализацию модели. Предложите рекомендации по применению этой модели.	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-2 В1, ОПК-2 В2, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 У1, ОПК-5 В1, ПК-6 31, ПК-6 У1, ПК-6 В1, ПК-7 У1, ПК-

		7 В1, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
33	Проанализируйте и проведите моделирование движения заряженной частицы в неоднородном электрическом поле. Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 У1, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
34	Проанализируйте и проведите моделирование математического маятника. Учтите случай больших и малых углов. Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 У1, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
35	Проанализируйте и приведите пример создания имитационной модели технологического процесса. Предложите программную реализацию модели. Предложите рекомендации по применению этой модели.	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-2 В1, ОПК-2 В2, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 У1, ОПК-5 В1, ПК-6 31, ПК-6 У1, ПК-6 В1, ПК-7 У1, ПК-7 В1, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
36	Проанализируйте и проведите моделирование телеграфные уравнения. Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 В1, ПК-6 31, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
37	Проанализируйте и проведите моделирование эволюции популяции живых организмов («Жизнь»). Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель? Рассмотрите оптимальные условия для эволюции популяции.	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-2 В2, ОПК-4 31, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 31, ОПК-5 В1, ПК-6 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 32, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1

38	Проанализируйте и проведите моделирование распределение по скоростям в системе многих частиц. Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
39	Проанализируйте и проведите моделирование процесс поляризации света с произвольной начальной поляризацией на пластинке в четверть волны. Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
40	Проанализируйте и проведите моделирование гармонический осциллятор с затуханием. Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2
41	Опираясь на известные уравнения для математического маятника, смоделируйте нелинейные колебания без затухания колебательной системы, состоящей из математического маятника на стержне длиной $R$ . Предложите программную реализацию модели. Предложите рекомендации для применения полученной модели.	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 В1, ПК-7 У1, ПК-7 В1, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
42	При изучении развития эпидемии некоторого заболевания обычно выделяют три группы людей: $x$ – группа людей, восприимчивых к заболеванию, но еще не заразившихся, $y$ – группа уже больных или инфицированных людей, которые могут выступать разносчиками болезни; $z$ – группа людей, невосприимчивых к этой болезни или уже получивших иммунитет после перенесенного заболевания. Предложите математическую модель эпидемии. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1

43	Проанализируйте и проведите моделирование процесс диффузии атомов легирующей примеси в полупроводнике. Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
44	Проанализируйте и проведите моделирование движение частицы при наличии случайных столкновений и отсутствии силовых полей. Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная модель?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
45	На сортировочную станцию прибывают составы с интенсивностью 0,9 состава в час. Среднее время обслуживания одного состава 0,7 часа. Определить показатели эффективности работы сортировочной станции. Какие базовые модели подобных процессов могут быть использованы для моделирования сортировочной станции? Какие изменения в них необходимо будет включить?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-2 В1, ОПК-2 В2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 У1, ОПК-5 В1, ПК-6 З1, ПК-6 У1, ПК-6 В1, ПК-7 В1, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
46	Интенсивность потока пассажиров в кассах железнодорожного вокзала составляет $\lambda = 1,35$ чел. в мин. Средняя продолжительность обслуживания кассиром одного пассажира $ob = 2$ мин. Определить минимальное количество кассиров $n = n_{min}$ , при котором очередь не будет расти до бесконечности, и соответствующие характеристики обслуживания при $n = n_{min}$ . Какие базовые модели подобных процессов могут быть использованы для моделирования потока пассажиров? Какие изменения в них необходимо будет включить?	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-2 В1, ОПК-2 В2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 У1, ОПК-5 В1, ПК-6 З1, ПК-6 У1, ПК-6 В1, ПК-7 В1, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
47	Проанализируйте и проведите моделирование потока нейтронов, падающих на бесконечную однородную пластину толщиной $h$ . Предложите программную реализацию модели. Для решения каких еще задач может быть полезна полученная	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 В1, ПК-7 В1, ПК-7 В2, ПК-16 З2,

	модель?	ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
48	Проанализируйте и проведите моделирование движение тела, брошенного под углом к горизонту с учетом силы сопротивления воздуха. Предложите программную реализацию модели. Найдите траектории, оптимальные для решения задачи дальности полета, попадания в заданную точку	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-2 В2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 В1, ПК-6 З1, ПК-6 У1, ПК-6 В1, ПК-7 У1, ПК-7 В1, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
49	Проанализируйте и проведите моделирование движение тела, брошенного под углом к горизонту без учета силы сопротивления воздуха. Предложите программную реализацию модели. Найдите траектории, оптимальные для решения задачи дальности полета, попадания в заданную точку	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-2 В2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 В1, ПК-6 З1, ПК-6 У1, ПК-6 В1, ПК-7 В1, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1
50	Проанализируйте и проведите моделирование динамику популяции, используя модели Мальтуса и Ферхлюста. Предложите программную реализацию модели. Предложите рекомендации по применению полученных моделей	ОК-2 У1, ОК-2 У2, ОК-2 В1, ОК-2 В2, ОПК-2 У1, ОПК-2 У2, ОПК-4 З1, ОПК-4 У1, ОПК-4 В1, ОПК-5 З1, ОПК-5 В1, ПК-7 У1, ПК-7 В1, ПК-16 З2, ПК-16 У1, ПК-16 У2, ПК-16 В1

## ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

### (Шкалы оценивания)

«Отлично» (5) – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

«Хорошо» (4) - оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно



и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

«Удовлетворительно» (3) - оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

«Неудовлетворительно» (2) - оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.