МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

_____ ин

«___»_____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Уровень основной образовательной программы **магистратура**

Направление(я) подготовки (специальность): **Прикладная математика и информатика 01.04.02**

Магистерская программа **Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей**

Форма обучения **очная**

Факультет **систем управления**

Кафедра **автоматизированных систем управления**

Курс **2** **Семестр** **3**

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Распределение рабочего времени:

Виды учебной работы	Семестр 3	Единицы
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	18	часов
Практические занятия	18	часов
Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	не предусмотрено	часов
Всего аудиторных занятий	54	часов
Из них в интерактивной форме	8	часов
Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	часов
Всего (без экзамена)	180	часов
Самост. работа на подготовку и сдачу экзамена	36	часов
Общая трудоемкость	216	часов
(в зачетных единицах)	6	ЗЕТ

Экзамен **3** **семестр**

Томск 2017

Согласована на портале № 16978

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 2 от « 24 » 1 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»
(квалификация (степень) "магистр"), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 августа 2015 г. N 911.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры АСУ,

протокол № 2 от “24” января 2017 г.

Разработчик, д.т.н., профессор каф. АСУ _____ А.А. Мицель

Зав. обеспечивающей кафедрой АСУ
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами.

Декан, к.т.н., доцент _____ П.В. Сенченко

Заведующий профилирующей и
выпускающей кафедрой АСУ,
д.т.н., профессор _____ А.М. Кориков

Эксперты

Доцент каф. АСУ, к.т.н. _____ А.И. Исакова

Согласована на портале № 16978

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математическое моделирование» читается в 3 семестре и предусматривает чтение лекций, проведение лабораторных и практических занятий, получение различного рода консультаций.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение основ математического моделирования, классификации математических моделей, построение математических моделей различных систем и их исследование с помощью метода численного моделирования, планирование численных экспериментов и интерпретация полученных результатов.

Основной **задачей** изучения дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области математического моделирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Математическое моделирование» (дисциплина по выбору) относится к вариативной части цикла ДНМ (дисциплины направления специализированной подготовки). Успешное овладение дисциплиной предполагает предварительные знания математического анализа, теории вероятностей, основ математической статистики, численных методов, а также знакомство с пакетами прикладных программ Mathcad и Matlab.

Полученные знания при изучении дисциплины «Математическое моделирование» необходимы при выполнении научно-исследовательской работы, для подготовки магистерской диссертации и профессиональной деятельности.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Прикладная математическая статистика» направлен на формирование следующих компетенций:

общекультурные компетенции (ОК):

- обладать способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- обладать способностью использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики (ОПК-4)

профессиональные компетенции (ПК):

- способностью проводить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива (ПК-1)
- обладать способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач (ПК-2);

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- классификацию математических моделей;
- основы численного моделирования;
- основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;

Уметь:

- интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей;
- практически применять методы численного моделирования для решения различных задач;
- оценивать точность результатов численного моделирования;

Согласована на портале № 16978

Владеть:

- методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники;
- практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **6** зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		9	10	11	12
Аудиторные занятия (всего)	**54**			**54**	
В том числе:	–		–		
Лекции	18			18	
Лабораторные работы (ЛР)	18			18	
Практические занятия (ПЗ)	18			18	
Семинары (С)	–			–	
Коллоквиумы (К)					
Курсовой проект (работа) (аудиторная нагрузка)	не предусмотрен				
Другие виды аудиторной работы					
Самостоятельная работа (всего)	**126**			**126**	
В том числе:	–		–		
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)	–		–		
Расчетно-графические работы	–		–		
Реферат	–				
Другие виды самостоятельной работы					
Проработка лекционного материала	18			18	
Подготовка к практическим занятиям	18			18	
Подготовка к лабораторным занятиям	18			18	
Самостоятельное изучение тем теоретической части	72			72	
Подготовка к экзамену	**36**			**36**	
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)				экзамен	
Общая трудоемкость час	**216**			**216**	
зач. ед.	**6**			**6**	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лаборат. занятия	Практич. занятия	Самост. работа студентов	Всего часов	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Введение в математическое	2		—	4	6	ОК-1, ОПК-4,
2.	Имитация случайных величин	2	2	4	25	33	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
3.	Элементы прикладной матема-тической статистики.	2		4	12	18	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
4.	Моделирование случайных процессов	2	4	2	14	22	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 16978

5.	Статистическое моделирование (метод Монте-Карло).	2		2	8	12	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
6.	Применение метода Монте-Карло	2	2	2	23	29	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
7.	Основные этапы математического моделирования	2		2	6	10	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
8.	Системы массового обслуживания и их моделирование.	2	6	1	17	26	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
9.	Моделирование приемников оптического излучения.	2	4	1	17	24	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
ИТОГО		**18**	**18**	**18**	**126**	**180**	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1	2	3	4	5
1.	Введение в математическое моделирование.	Основные понятия и принципы математического моделирования. Организация процесса моделирования. Метод численного моделирования.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-2
2.	Имитация случайных величин.	Датчики псевдослучайных чисел с равномерным распределением. Тестирование датчиков с равномерным распределением. Генерация дискретных случайных величин с геометрическим, отрицательно биномиальным, биномиальным и пуассоновским распределениями. Моделирование непрерывных случайных величин: метод обратной функции, метод суперпозиции, метод исключения.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-2
3.	Элементы прикладной математической статистики.	Точечные и интервальные оценки. Общие критерии согласия. Критерии согласия для равномерного распределения. Проверка гипотез относительно вида закона распределения.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-2
4.	Моделирование случайных процессов.	Понятие случайного процесса, численные характеристики случайного процесса. Моделирование случайных процессов: дискретная цепь Маркова с дискретным временем, дискретная цепь Маркова с непрерывным временем, винеровский случайный процесс, арифметическое броуновское движение. Потоки событий и их моделирование.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-2

Согласована на портале № 16978

5.	Статистическое моделирование (метод Монте-Карло).	Математические основы метода Монте-Карло. Центральная предельная теорема. Закон больших чисел. Особенности сбора и статистической обработки результатов моделирования при использовании ЭВМ. Определение эмпирических законов распределения результатов эксперимента. Анализ и интерпретация результатов моделирования.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-2
6.	Применение метода Монте-Карло.	Вычисление многократных интегралов. Выделение главной части интегрируемой функции. Метод Монте-Карло с повышенной скоростью сходимости. Метод ращепления. Способы повышения точности вычислений интегралов. Решение линейных уравнений: интегральные преобразования, неоднородные интегральные уравнения, однородные интегральные уравнения. Решение линейных алгебраических систем уравнений.	2	ОПК-4, ПК-1, ПК-2
7.	Основные этапы математического моделирования.	Построение математической модели. Классификация математических моделей: непрерывные математические модели, дискретные и вероятностные модели. Особенности решение математической задачи, к которой приводит модель. Проверка адекватности модели, модификация модели. Интерпретация полученных следствий из математической модели. Анализ модели на чувствительность.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-2
8.	Системы массового обслуживания и их моделироание.	Основные понятия и определения. Одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания и их характеристики. Аналитические модели систем массового обслуживания. Марковские модели (простейшие, одноканальные и многоканальные системы массового обслуживания с очередями). Методы приближенной оценки характеристик систем массового обслуживания. Моделирование систем массового обслуживания. Обработки и интерпретация результатов моделирования. Методы повышения эффективности моделироания систем массового обслуживания.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-2

Согласована на портале № 16978

9.	Моделирование приемников оптического излучения.	Приемники оптического излучения и области их применения. Режимы регистрации оптических сигналов. Статистические характеристики сигналов и шумов. Дважды стохастические пуассоновские потоки и их моделирование. Понятие «мертвого времени» счетчика и искажение им статистических характеристик входного потока. Модель приемного тракта оптического приемника..	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-2
ИТОГО			**18**	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	Предшествующие дисциплины								
1.	Математический анализ	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+	+	+	+	+ +	+
3.	Языки и методы программирования			+	+		+	+	+
4.	Численные методы			+	+		+	+	+
5.	История и методология прикладной математики и информатики	+	+						
5.	Современные проблемы прикладной математики и информатики			+	+		+		

№ п/п	Наименование последующих дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, которые необходимы при изучении последующих дисциплин							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	Последующие дисциплины								
1.	Дискретные и вероятностные математические модели	+		+				+	+
2.	Научно-исследовательская работа в семестре			+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Л	Пр	Лаб	СРС	Формы контроля *(примеры)*
ОК-1	+	+	+	+	Опрос на лекции, устный ответ на практическом занятии, отчет по лабораторной работе.
ОПК-4	+	+	+	+	Опрос на лекции, доклад на практическом занятии, защита отчета по лабораторной работе.
ПК-1		+	+	+	Опрос на практическом занятии, отчет по лабораторной работе.
ПК-2	+	+	+	+	Тест, опрос на практическом занятии, защита лаб. работы, тест

Л – лекция, Пр – практические занятия, Лаб – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента

Согласована на портале № 16978

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы \ Формы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Лабораторные занятия (час)	Всего (час)
Работа в команде			2	**2**
Пресс-конференция		2		**2**
Поисковый метод			2	**2**
Презентации с использованием различных вспомогательных средств: интерактивной доски, раздаточных материалов, видеофильмов, слайдов, мультимедийной презентации, задания на СРС	2			**2**
Итого	**2**	**2**	**4**	**8**

Примечание.

1. Презентации с использованием различных вспомогательных средств (интерактивной доски, раздаточных материалов, видеофильмов, слайдов, мультимедийной презентации, задания на СРС) используются преподавателем и студентами на лекциях и практических занятиях обсуждении заданий на СРС.
2. «Работа в команде» происходит в процессе выполнения всех лабораторных работ.
3. «Поисковый метод» студенты используют при выборе методов оценок параметров распределений (лаб. работа № 3) и методов оценки коэффициентов регрессии (лаб. работа № 5).
4. Основные результаты лабораторных работ (наиболее интересные исследования) студенты докладывают с помощью презентаций, проводя подобие пресс-конференций.

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)	ОК, ПК
1.	2	Генерация случайных чисел с заданным законом распределения	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
2.	3, 4	Оценка закона распределения на основе выборочных данных	3	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
3.	6	Дисперсионный анализ случайных данных	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
4	8	Корреляционный анализ случайных данных	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
5.	9	Регрессионный анализ данных	3	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
ИТОГО			**18**	

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

Таблица 8.1

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	ОК, ПК
1.	1	**Методы получения непрерывных случайных чисел на основе равномерного и нормального датчиков** 1) Метод обратной функции. 2) Метод композиции случайных величин	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 16978

		3) С помощью пакета Mathcad получение выборок из показательного распределения, распределения χ^2, распределения Стьюдента.		
2.	1	**Генерация случайных чисел с заданным законом распределения** 1) Законы распределения случайных величин: нормальное, равномерное, χ^2-распределение (распределение Пирсона), распределение Стьюдента, экспоненциальное, биномиальное, Пуассона. 2) Построение выборок с заданным законом распределения 3) С помощью пакета Mathcad получение выборок случайных чисел с заданным законом распределения, вычисление выборочных моментов. 4) Вычисление вероятностей попадания случайных величин с заданными законами распределения в данный интервал $P\left(a \le X \le b\right) = \alpha$, с использованием пакета Mathcad	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
3.	2, 3	**Точечные и интервальные оценки параметров распределений вероятностей** 1) Метод моментов 2) Метод максимального правдоподобия 3) Метод наименьших квадратов 4) Интервальная оценка параметров нормального распределения 5) Интервальная оценка параметров экспоненциального распределения 6) Интервальная оценка параметров биномиального распределения 7) Интервальные оценки параметров при неизвестном законе распределения Контрольная работа 1.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
4.	4, 5	**Критерии проверки гипотезы о законе распределения выборочных данных** 1) Критерии, основанные на сравнении теоретической плотности распределения и эмпирической гистограммой 2) Критерии, основанные на сравнении теоретической и эмпирической функций Контрольная работа 2.	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
5.	6	**Дисперсионный анализ данных.** 1)Однофакторный параметрический анализ 2) Однофакторный непараметрический анализ сравнении теоретической и эмпирической функций распределения вероятностей 3) Двухфакторный параметрический дисперсионный анализ 4) Двухфакторный непараметрический дисперсионный анализ	4	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
6.	7	**Корреляционный анализ** 1) Вычисление параметрических коэффициентов корреляции 2) Вычисление непараметрических коэффициентов корреляции	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 16978

7.	8	**Построение уравнения регрессии** 1) Построение модели парной регрессии 2) Оценка погрешности регрессии 3) Пример построения уравнения регрессии Контрольная работа 3.	2	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
ИТОГО			**18**	

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 9.1

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы	Трудо-емкость (час.)	Компе-тенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1	2	3	4	5	6
1.	1	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	6	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Опрос на практических занятиях
2.	2	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям.	20	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Опрос на практических занятиях. Контрольная работа.
3.	3	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение тем: «Оценка параметров экспоненциального распределения», «Оценка параметров биномиального распределения».	20	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Опрос на практических занятиях
4.	4	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе. Самостоятельное изучение тем: «Критерии нормальности распределения одномерной выборки»	20	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Опрос на практических занятиях, отчет по лаб. работе. Контрольная работа.
5.	5	Проработка лекционного мате-риала и подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное изучение темы «Критерии нормальности распределения многомерной выборки»	15	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Опрос на практических занятиях
6.	6	Проработка лекционного мате-риала и подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе.	16	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Опрос на практических занятиях, отчет по лаб. работе
7.	7	Проработка лекционного мате-риала и подготовка к практическим занятиям.	15	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Опрос на практических занятиях, Контрольная работа, тест
8	8	Проработка лекционного мате-риала и подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторной работе	14	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Опрос на практических занятиях, отчет по лаб. работе. Контрольная работа.
8.	1–9	Подготовка и сдача экзамена.	36	ОК-1, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Оценка за экзамен

Согласована на портале № 16978

Темы контрольных работ:

1. Точечные и интервальные оценки параметров;
2. Критерии согласия;
3. Построение уравнения регрессии.

11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Курс 2, семестр 3 **Контроль обучения – Экзамен.**

Максимальный семестровый рейтинг – **100 баллов.**

Таблица 11.1 – Дисциплина «Прикладная математическая статистика» (**экзамен**, лекции, практические занятия, лабораторные работы, тесты)

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую контрольную точку с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	4	4	4	**12**
Выполнение и защита результатов лабораторных работ	–	15	15	**30**
Контрольные работы на практических занятиях	5	5	5	**15**
Компонент своевременности	4	4	5	**13**
Итого максимум за период:	**13**	**28**	**29**	**70**
Нарастающим итогом	**13**	**41**	**70**	
Экзамен				**30**
ИТОГО				**100**

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60 % от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно)	65 – 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 16978

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1 Основная литература

1. Мицель А.А. Прикладная математическая статистика: учебное пособие. − Томск: ТУСУР, 2015. − 86 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d07a/m010400_d07a_lect.pdf свободный

12.2 Дополнительная литература

2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. — М.: Юрайт, 2010. − 480 с. (1 экз. в библиотеке ТУСУР)
3. Справочник по прикладной статистике. Т. 1. Пер. с англ. / Под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана, Тюрина Ю.Н. — М.: Финансы и статистика, 1989. − 508 с. (7 экз. в библиотеке ТУСУР)
4. Справочник по прикладной статистике. Т. 2. Пер. с англ. / Под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана, Тюрина Ю.Н. — М.: Финансы и статистика, 1990. (8 экз. в библиотеке ТУСУР)
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учебник для вузов/ 10-е изд., стереотип. − М.: Academia, 2005. – 571[5] с. (228 экз. в библиотеке ТУСУР)
6. Кендалл М., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. Пер с англ. / Под ред. Колмогорова А. Н. — М.: Наука, 1973. − 900 с. (2 экз. в библиотеке ТУСУР)

12.3. Учебно-методические пособия

1. Мицель А.А. Прикладная математическая статистика: лабораторный практикум. − Томск: ТУСУР, 2015. − 72 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d07a/m010400_d07a_labs.pdf / , свободный
2. Мицель А.А. Прикладная математическая статистика: практические работы. − Томск: ТУСУР, 2015. − 81 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d07a/m010400_d07a_pract.pdf , свободный
3. Мицель А.А. Прикладная математическая статистика: Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов для специальности 01.04.02 «Прикладная математика и информатика». − Томск: ТУСУР, 2015. − 81 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://asu.tusur.ru/learning/mag010400/d07a/m010400_d07a_work.doc

12.3.1 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4 Программное обеспечение

Математический пакет Mathcad. Табличный редактор Excel.

12.5 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

http://poiskknig.ru – электронная библиотека учебников Мех-Мата МГУ, Москва

http://www.mathnet.ru.ru/ - общероссийский математический портал

http://www.lib.mexmat.ru – электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета

http://onlinelibrary.wiley.com - научные журналы издательства Wiley&Sons

http://www.sciencedirect.com/ - научные журналы издательства Elsevier

http://www.intuit.ru/

Согласована на портале № 16978

http://www.intuit.ru/department/se/devis/

На сайте http://www.intuit.ru/department/se/devis/ в открытом доступе размещено несколько курсов по статистике.

12.6. Лицензионное программное обеспечение

Математический пакет Mathcad, Statistica.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекций по дисциплине используются персональный ПК с проектором. Лабораторные занятия осуществляются в компьютерном классе с использованием математических пакетов Excel, Mathcad либо Statistica.

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 437, 438, 439. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 10 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностямиздоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

Согласована на портале № 16978

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице 14.1.

Таблица 14.1 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно- двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 16978

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ **П. Е. Троян**

«__ _» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Уровень основной образовательной программы магистратура

Направление подготовки 01.04.02 – Прикладная математика и информатика

Магистерская программа: Математическое и программное обеспечение вычислительных комплексов и компьютерных сетей

Форма обучения очная

Факультет систем управления

Кафедра автоматизированных систем управления

Курс 2

Семестр 3

Учебный план набора 2015 года и последующих лет

Экзамен 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16978

1. ВВЕДЕНИЕ

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины «Математическое моделирование» и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной «Математическое моделирование» компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	**Знать**: методы абстрактного мышления при установлении истины, методы научного исследования путём мысленного расчленения объекта (анализ) и путём изучения предмета в его целостности, единстве его частей (синтез) **Уметь:** с использованием методов абстрактного мышления, анализа и синтеза анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивать экономическую эффективность реализации этих вариантов **Владеть**: целостной системой навыков использования абстрактного мышления при решении проблем, возникающих при выполнении исследовательских работ, навыками отстаивания своей точки зрения
ОПК-4	способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики	**Знать:** - методы математического моделирования систем и процессов; - основы вычислительной математики и численных методов **Уметь:** - использовать математические модели в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере; - применять методы вычислительной математики в научной и познавательной деятельности в области прикладной математики и информатики. **Владеть:** - профессиональными навыками создания и использования простейших математических моделей систем и процессов; - профессиональными навыками создания и использования вычислительной математики в научной и познавательной деятельности в области прикладной математики и информатики.
ПК-1	способность проводить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива	**Знает:** - парадигму и основные концепции развития прикладной математики и математического моделирования; - современные подходы и методы проведения научных исследований самостоятельно и в составе научного коллектива; - современные и классические математические модели сложных физико-механических и экономических процессов. **Умеет:** - анализировать возможности и применимость математических моделей физико-механических и экономических процессов, - применять и модифицировать их для решения научных и прикладных задач, - разрабатывать новые математические модели при выполнении научных исследований на современном уровне. **Владеет:** - навыками выполнения научно-исследовательской работы, - самостоятельной разработки новых математических моделей физико-

Согласована на портале № 16978

		механических систем и процессов, - применения и модификации известных и самостоятельно разработанных математических моделей для получения новых научных и прикладных результатов самостоятельно и в составе научного коллектива.
ПК-2	способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	**Знать:** - подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования в детерминированной постановке; - подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования в условиях неопределенности. **Уметь:** - обосновывать и применять подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования в детерминированной постановке; - обосновывать и применять подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования в условиях неопределенности. **Владеть:** - навыками разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и математического моделирования физико-механических процессов в детерминированной постановке и в условиях неопределенности

2. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

2.1 Компетенция ОК-1

ОК-1: способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методы абстрактного мышления при установлении истины, методы научного исследования путём мысленного расчленения объекта (анализ) и путём изучения предмета в его целостности, единстве его частей (синтез)	с использованием методов абстрактного мышления, анализа и синтеза анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивать экономическую эффективность реализации этих вариантов	целостной системой навыков использования абстрактного мышления при решении проблем, возникающих при выполнении исследовательских работ, навыками отстаивания своей точки
Виды занятий	– Лекции; – Практические занятия – Лабораторные занятия	– Практические занятия; – Выполнение домашнего задания; – Самостоятельная работа студентов	– Практические занятия – Лабораторные занятия; – Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	– Тест; – Контрольная работа; – Выполнение домашнего задания (реферат); – Экзамен	– Подготовка и устная защита индивидуального домашнего задания (презентация); – Конспект самостоятельной работы	– Защита отчета по лабораторной работе, Защита домашнего задания (реферата); –Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.1.2..

Согласована на портале № 16978

Таблица 2.1.2. – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Сформированные систематические знания методов абстрактного мышления, анализа и синтеза при решении исследовательских и практических задач	Сформированное умение анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивать экономическую эффективность реализации этих вариантов	Успешное и систематическое применение навыков методологического использования абстрактного мышления при решении проблем, возникающих при выполнении исследовательских работ, самостоятельного мышления, отстаивания своей точки зрения
ХОРОШО (базовый уровень)	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов к абстрактного мышления, анализа и синтеза при решении исследовательских и практических задач	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка экономической эффективности реализации этих вариантов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков методологического использования абстрактного мышления при решении проблем, возникающих при выполнении исследовательских работ, самостоятельного мышления, отстаивания своей точки зрения
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	Общие, но не структурированные знания методов абстрактного мышления, анализа и синтеза при решении исследовательских и практических задач	В целом успешно, но не систематически осуществляемые анализ альтернативных вариантов решения исследовательских задач и оценка экономической эффективности реализации этих вариантов	В целом успешное, но не систематическое применение навыков методологического использования абстрактного мышления при решении проблем, возникающих при выполнении исследовательских работ, самостоятельного мышления, отстаивания своей точки зрения

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.1.3.

Таблица 2.1.3. – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	– Знать на высоком уровне классификацию математических моделей; – основы численного моделирования; – основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	– Уметь на высоком уровне интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей; – практически применять методы численного моделирования для решения различных	– Владеть на высоком уровне методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники; – практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами

Согласована на портале № 16978

		задач; – оценивать точность результатов численного моделирования;	распределения.
ХОРОШО (базовый уровень)	– Знать на хорошем уровне классификацию математических моделей; – основы численного моделирования; – основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	– Уметь на хорошем уровне интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей; – практически применять методы численного моделирования для решения различных задач; – оценивать точность результатов численного моделирования;	– Владеть на хорошем уровне – методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники; – практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	– Недостаточно знает классификацию математических моделей; – основы численного моделирования; – основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	– Недостаточно умеет интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей; – практически применять методы численного моделирования для решения различных задач; – оценивать точность результатов численного моделирования;	– Недостаточно владеет – методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники; – практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.

2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4 способность использовать и применять углубленные знания в области прикладной математики и информатики

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.2.1.

Таблица 3.2.1 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	– методы математического моделирования систем и процессов; – основы вычислительной математики и	– использовать математические модели в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере; – применять методы вычислительной	– профессиональными навыками создания и использования простейших математических моделей систем и процессов; – профессиональными навыками создания и

Согласована на портале № 16978

	численных методов	математики в научной и познавательной деятельности в области прикладной математики и информатики.	использования вычислительной математики в научной и познавательной деятельности в области прикладной математики и информатики.
Виды занятий	– Лекции; – Практические занятия – Лабораторные занятия	– Практические занятия; – Выполнение домашнего задания; – Самостоятельная работа студентов	– Практические занятия – Лабораторные занятия; – Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	– Тест; – Контрольная работа; – Выполнение домашнего задания (реферат); – Экзамен	– Подготовка и устная защита индивидуального домашнего задания (презентация); – Конспект самостоятельной работы	– Защита отчета по лабораторной работе, – Защита домашнего задания (реферата); – Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.2.2..

Таблица 2.2.2. – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	**особенности** применения методов математического моделирования систем и процессов, а также методов вычислительной математики при решении научных и прикладных задач.	создавать простейшие математические модели систем и процессов и использовать их в научной и познавательной деятельности, обосновывать применение методов вычислительной математики в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере	профессиональными навыками создания и использования в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере математических моделей систем и процессов, а также методов вычислительной математики
ХОРОШО (базовый уровень)	методы математического моделирования систем и процессов и базовые принципы методов вычислительной математики.	использовать математические модели, базовые методы вычислительной математики для решения прикладных задач.	профессиональными навыками использования в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере математических моделей систем и процессов, а также методов вычислительной математики
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	стандартные методы математического моделирования систем и процессов и знаком со стандартными методами вычислительной математики.	применять методы математического моделирования, стандартные вычислительные процедуры на практике.	навыками использования простейших математических моделей систем и процессов, применения стандартных методов вычислительной математики в познавательной деятельности, а также в социальной сфере.

Согласована на портале № 16978

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.2.3.

Таблица 2.2.3. – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	Знать на высоком уровне классификацию математических моделей; основы численного моделирования; основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	Уметь на высоком уровне интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей; практически применять методы численного моделирования для решения различных задач; оценивать точность результатов численного моделирования;	Владеть на высоком уровне методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники; практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.
ХОРОШО (базовый уровень)	Знать на хорошем уровне классификацию математических моделей; основы численного моделирования; основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	Уметь на хорошем уровне интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей; практически применять методы численного моделирования для решения различных задач; – оценивать точность результатов численного моделирования;	Владеть на хорошем уровне методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники; – практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	Недостаточно знает классификацию математических моделей; основы численного моделирования; основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	Недостаточно умеет интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей; практически применять методы численного моделирования для решения различных задач; оценивать точность результатов численного моделирования;	Недостаточно владеет методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники; – практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.

2.3 Компетенция ПК-1

ПК-1: способность проводить исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.3.1.

Согласована на портале № 16978

Таблица 4.3.1 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	- парадигму и основные концепции развития прикладной математики и математического моделирования; - современные подходы и методы проведения научных исследований самостоятельно и в составе научного коллектива; - современные и классические математические модели сложных физико-механических и экономических процессов.	- анализировать возможности и применимость математических моделей физико-механических и экономических процессов, - применять и модифицировать их для решения научных и прикладных задач, - разрабатывать новые математические модели при выполнении научных исследований на современном уровне.	- навыками выполнения научно-исследовательской работы, - самостоятельной разработки новых математических моделей физико-механических систем и процессов, - применения и модификации известных и самостоятельно разработанных математических моделей для получения новых научных и прикладных результатов самостоятельно и в составе научного коллектива.
Виды занятий	– Лекции; – Практические занятия – Лабораторные занятия	– Практические занятия; – Выполнение домашнего задания; – Самостоятельная работа студентов	– Практические занятия – Лабораторные занятия; – Самостоятельная работа студентов
Используемые средства оценивания	– Тест; – Контрольная работа; – Выполнение домашнего задания (реферат); – Экзамен	– Подготовка и устная защита индивидуального домашнего задания (презентация); – Конспект самостоятельной работы	– Защита отчета по лабораторной работе, – Защита домашнего задания (реферата); – Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.3.2..

Таблица 2.3.2. – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	парадигму и основные концепции развития прикладной математики и математического моделирования, современные подходы и методы проведения научных исследований, современные и классические математические модели сложных физико-механических процессов.	анализировать возможности и применимость математических моделей физико-механических процессов, применять и модифицировать их для решения научных и прикладных задач, разрабатывать новые математические модели при выполнении научных исследований на современном уровне.	навыками выполнения научно-исследовательской работы, самостоятельной разработки новых математических моделей физико-механических систем и процессов, применения и модификации известных и самостоятельно разработанных математических моделей для получения новых научных и прикладных результатов.
ХОРОШО	современные методы и	сравнивать и обосновывать	основными подходами и

Согласована на портале № 16978

(базовый уровень)	подходы к построению математических моделей в научных исследованиях сложных природных и техногенных физико-механических процессов.	выбор математических моделей, описанных в современной научно-технической периодической литературе, разрабатывать модификации существующих математических моделей, применять их в научных исследованиях для решения конкретных проблем.	методами научных исследований в выбранной области научно-исследовательской работы, навыками применения математических моделей физико-механических процессов разной степени сложности, использования численных методов и программирования, анализа результатов, идентификации и верификации математических моделей.
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	основы методологии и примеры использования математических моделей физико-механических процессов.	анализировать возможности основных математических моделей, описанных в классической научно-технической литературе, формулировать и обосновывать систему гипотез и применять существующие методы и подходы для математической формулировки простых моделей физико-механических процессов.	навыками создания простых математических моделей физико-механических процессов, выбора, обоснования и применения методов решения математических постановок созданных моделей.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.3.3.

Таблица 2.3.3. – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	– Знать на высоком уровне классификацию математических моделей; – основы численного моделирования; – основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	– Уметь на высоком уровне интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей; – практически применять методы численного моделирования для решения различных задач; – оценивать точность результатов численного моделирования;	– Владеть на высоком уровне – методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники; – практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.
ХОРОШО (базовый уровень)	– Знать на хорошем уровне классификацию математических моделей; – основы численного моделирования; – основные принципы и возможности	– Уметь на хорошем уровне интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей;	– Владеть на хорошем уровне – методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники;

Согласована на портале № 16978

	математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	– практически применять методы численного моделирования для решения различных задач; – оценивать точность результатов численного моделирования;	– практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	– Недостаточно знает классификацию математических моделей; – основы численного моделирования; – основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	– Недостаточно умеет интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей; – практически применять методы численного моделирования для решения различных задач; – оценивать точность результатов численного моделирования;	– Недостаточно владеет – методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники; – практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.

2.4 Компетенция ПК-2

<u>ПК-2</u> способность разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач

Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания, представлены в таблице 2.4.1.

Таблица 5.4.1 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	– подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования в детерминированной постановке; – подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования в условиях неопределенности.	– обосновывать и применять подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования в детерминированной постановке; – обосновывать и применять подходы и методы разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования в условиях неопределенности.	– навыками разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и математического моделирования физико-механических процессов в детерминированной постановке и в условиях неопределенности
Виды занятий	– Лекции; – Практические занятия – Лабораторные занятия	– Практические занятия; – Выполнение домашнего задания; – Самостоятельная работа студентов	– Практические занятия – Лабораторные занятия; – Самостоятельная работа студентов
Используемые	– Тест;	– Подготовка и устная	– Защита отчета по

Согласована на портале № 16978

средства оценивания	– Контрольная работа; – Выполнение домашнего задания (реферат); – Экзамен	защита индивидуального домашнего задания (презентация); – Конспект самостоятельной работы	лабораторной работе, – Защита домашнего задания (реферата); – Экзамен

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 2.4.2..

Таблица 2.4.2. – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	**особенности** влияния различных способов описания физико-механических процессов на выбор и обоснование разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования.	строить математические модели физико-механических процессов как детерминированные, так и в условиях различных типов неопределенности (стохастической, статистической, нечеткой и интервальной).	опытом построения математических моделей физико-механических процессов при различных типах неопределенности.
ХОРОШО (базовый уровень)	основные отличия детерминированного описания объектов моделирования и их описании в условиях неопределенности.	строить простейшие математические модели как детерминированные, так и в условиях различных типов неопределенности (стохастической, статистической, нечеткой и интервальной).	навыками построения простейших моделей физико-механических процессов при различных типах неопределенности.
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	**особенности** влияния различных способов описания физико-механических процессов на выбор и обоснование разработки концептуальных и теоретических моделей научных проблем и задач математического моделирования.	строить математические модели физико-механических процессов как детерминированные, так и в условиях различных типов неопределенности (стохастической, статистической, нечеткой и интервальной).	опытом построения математических моделей физико-механических процессов при различных типах неопределенности.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 2.4.3.

Таблица 2.4.3. – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
ОТЛИЧНО (высокий уровень)	– Знать на высоком уровне классификацию математических моделей;	– Уметь на высоком уровне интерпретировать результаты численного	– Владеть на высоком уровне – методами

Согласована на портале № 16978

	– основы численного моделирования; – основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	моделирования и использовать их при построении математических моделей; – практически применять методы численного моделирования для решения различных задач; – оценивать точность результатов численного моделирования;	математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники; – практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.
ХОРОШО (базовый уровень)	– Знать на хорошем уровне классификацию математических моделей; – основы численного моделирования; – основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	– Уметь на хорошем уровне интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей; – практически применять методы численного моделирования для решения различных задач; – оценивать точность результатов численного моделирования;	– Владеть на хорошем уровне – методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники; – практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.
УДОВЛЕТВО-РИТЕЛЬНО (низкий уровень)	– Недостаточно знает классификацию математических моделей; – основы численного моделирования; – основные принципы и возможности математического моделирования, методику постановки и проведения модельного эксперимента;	– Недостаточно умеет интерпретировать результаты численного моделирования и использовать их при построении математических моделей; – практически применять методы численного моделирования для решения различных задач; – оценивать точность результатов численного моделирования;	– Недостаточно владеет – методами математического моделирования при исследовании 'задач естествознания и техники; – практическими навыками моделирования случайных величин и случайных процессов с заданными законами распределения.

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе, приведенном ниже.

3.1 Темы практических занятий

1) Методы получения непрерывных случайных чисел на основе равномерного и нормального датчиков
2) Генерация случайных чисел с заданным законом распределения
3) Точечные и интервальные оценки параметров распределений вероятностей
4) Критерии проверки гипотезы о законе распределения выборочных данных
5) Дисперсионный анализ данных
6) Корреляционный анализ
7) Построение уравнения регрессии

Согласована на портале № 16978

3.2 Темы лабораторных работ

1) Генерация случайных чисел с заданным законом распределения
2) Оценка закона распределения на основе выборочных данных
3) Дисперсионный анализ данных
4) Корреляционный анализ случайных данных
5) Регрессионный анализ данных

3.3 Вопросы для контроля знаний

1) Математическая статистика. Что это за дисциплина, с решением каких задач она связана? Привести примеры
2) Понятие выборки и формы ее записи. Вариационный ряд, статистический ряд абсолютных частот, статистический ряд относительных частот, статистический ряд накопленных частот. Группированный статистический ряд, полигон частот, гистограмма.
3) Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики выборки
4) Оценка неизвестных параметров закона распределения. Точечные и интервальные оценки. Понятие состоятельности, несмещенности и эффективности оценки.
5) Функция правдоподобия и оценка максимального правдоподобия.
6) Метод моментов. Оценки математического ожидания и дисперсии случайной величины. Их свойства.
7) Метод наименьших квадратов оценки параметров.
8) Оценки параметров нормального распределения, экспоненциального, равномерного, биномиального.
9) Интервальные оценки параметров распределения. Доверительный интервал.
10) Интервальные оценки среднего при известной и неизвестной дисперсии,
11) Оценки дисперсии нормального распределения. Точечные оценки: максимального правдоподобия, по выборочной дисперсии, по среднему абсолютному отклонению, по выборочному размаху, упрощенная оценка по шаблону.
12) Интервальные оценки дисперсии и стандартного отклонения нормального распределения.
13) Интервальная оценка параметров экспоненциального распределения.
14) Интервальная оценка параметров биномиального распределения.
15) Оценки для центра распределения при неизвестном законе распределения
16) Оценка рассеяния распределения при неизвестном законе распределения
17) Планирование экспериментов для оценки параметров нормального распределения. Оценка среднего при известной дисперсии, Оценка среднего при неизвестной дисперсии
18) Планирование экспериментов для оценки параметров Экспоненциального и биномиального распределений.
19) Задачи статистической проверки гипотез. Понятие гипотезы. Уровень значимости, уровень достоверности.
20) Критерии, основанные на сравнении теоретической плотности распределения и эмпирической гистограммы. Критерий χ^2 (Пирсона) для простой гипотезы. Критерий χ^2 (Пирсона) для сложной гипотезы.
21) Критерии, основанные на сравнении теоретической и эмпирической функций распределения вероятностей. Критерий Колмогорова-Смирнова. Критерий Крамера-фон Мизеса.
22) Критерии нормальности распределения. Модифицированный критерий χ^2. Критерий типа Колмогорова – Смирнова
23) Критерий проверки экспоненциальности распределения. Критерии типа Колмогорова – Смирнова. Критерий Фишера
24) Критерии согласия для равномерного распределения. Критерии типа Колмогорова-Смирнова
25) Критерий симметрии.
26) Проверка гипотез о значениях параметров распределений.

Согласована на портале № 16978

27) Последовательные методы проверки гипотез о значениях параметров распределений
28) Проверка гипотезы о числовом значении математического ожидания нормального распределения при известной дисперсии (случаи равных дисперсий).
29) Проверка гипотезы о числовом значении дисперсии нормального распределения
30) Проверка гипотезы о числовом значении параметра экспоненциального распределения
31) Проверка гипотезы о числовом значении параметра биномиального распределения
32) Дисперсионный анализ зависимостей. Основные понятия.
33) Однофакторный параметрический дисперсионный анализ.
34) Однофакторный непараметрический анализ на основе критерия Краскела-Уоллеса (произвольные альтернативы).
35) Однофакторный непараметрический анализ на основе критерия Джонкхиера (альтернативы с упорядочением)
36) Двухфакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный параметрический дисперсионный анализ.
37) Двухфакторный непараметрический анализ по критерию Фридмана (произвольные альтернативы). Двухфакторный непараметрический анализ по критерию Пейджа (альтернативы с упорядочением).
38) Корреляционный анализ. Вычисление параметрических коэффициентов корреляции.
39) Вычисление непараметрических коэффициентов корреляции. Коэффициент ранговой корреляции Спирмана. Коэффициент ранговой корреляции Кендалла. Коэффициент конкордации.
40) Регрессионный анализ. Регрессионная, скедастическая, клитическая и синагическая зависимости изменения функции распределения случайной величины y от x.
41) Построение модели регрессии. Оценка адекватности регрессии. Доверительный интервал для уравнения регрессии.
42) Оценка дисперсии коэффициентов регрессии и доверительных интервалов.

3.4 Вопросы для экзамена

1. Понятие выборки и формы ее записи. Эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики выборки
2. Оценка неизвестных параметров закона распределения. Точечные и интервальные оценки. Понятие состоятельности, несмещенности и эффективности оценки.
3. Функция правдоподобия и оценка максимального правдоподобия. Метод моментов. Оценки математического ожидания и дисперсии случайной величины. Их свойства.
4. Оценки параметров нормального распределения, экспоненциального, равномерного, биномиального.
5. Интервальные оценки среднего при известной и неизвестной дисперсии,
6. Оценки дисперсии нормального распределения. Интервальные оценки дисперсии и стандартного отклонения нормального распределения.
7. Интервальная оценка параметров экспоненциального распределения.
8. Интервальная оценка параметров биномиального распределения.
9. Оценки для центра распределения при неизвестном законе распределения. Оценка рассеяния распределения при неизвестном законе распределения
10. Планирование экспериментов для оценки параметров нормального распределения. Оценка среднего при известной дисперсии, Оценка среднего при неизвестной дисперсии
11. Планирование экспериментов для оценки параметров Экспоненциального и биномиального распределений.
12. Задачи статистической проверки гипотез. Понятие гипотезы. Уровень значимости, уровень достоверности.
13. Критерии, основанные на сравнении теоретической плотности распределения и эмпирической гистограммы. Критерий χ^2 (Пирсона) для простой гипотезы. и сложной гипотезы. Критерий Колмогорова-Смирнова. Критерий Крамера-фон Мизеса.
14. Критерии нормальности распределения. Модифицированный критерий χ^2. Критерий типа Колмогорова – Смирнова

Согласована на портале № 16978

15. Критерий проверки экспоненциальности распределения. Критерии типа Колмогорова – Смирнова. Критерий Фишера
16. Критерии согласия для равномерного распределения. Критерии типа Колмогорова-Смирнова
17. Проверка гипотезы о числовом значении математического ожидания нормального распределения при известной дисперсии (случаи равных дисперсий). Проверка гипотезы о числовом значении дисперсии нормального распределения
18. Проверка гипотезы о числовом значении параметра экспоненциального распределения
19. Проверка гипотезы о числовом значении параметра биномиального распределения
20. Дисперсионный анализ зависимостей. Основные понятия. Однофакторный параметрический дисперсионный анализ.
21. Однофакторный непараметрический анализ на основе критерия Краскела-Уоллеса (произвольные альтернативы) и на основе критерия Джонкхиера (альтернативы с упорядочением)
22. Двухфакторный дисперсионный анализ. *Двухфакторный параметрический дисперсионный анализ.*
23. Корреляционный анализ. *Вычисление параметрических коэффициентов корреляции.*
24. Вычисление непараметрических коэффициентов корреляции. *Коэффициент ранговой корреляции Спирмана. Коэффициент ранговой корреляции Кендалла. Коэффициент конкордации.*
25. Регрессионный анализ. Регрессионная, скедастическая, клитическая и синагическая зависимости изменения функции распределения случайной величины y от x.
26. Построение модели регрессии. Оценка адекватности регрессии. Доверительный интервал для уравнения регрессии. Оценка дисперсии коэффициентов регрессии и доверительных интервалов.

3.5 Домашние индивидуальные задания по теме

1) Оценка параметров экспоненциального распределения.
2) Оценка параметров биномиального распределения.
3) Критерии нормальности распределения одномерной выборки.
4) Критерии нормальности распределения многомерной выборки.

3.6 Темы контрольных работ

1) Точечные и интервальные оценки параметров.
2) Критерии согласия.
3) Построение уравнения регрессии.

3.7 Темы для самостоятельной работы

a. Выборка, эмпирическая функция распределения. Числовые характеристики выборки.

b. Функция правдоподобия. Оценка параметров методом максимального правдоподобия. Метод моментов. Оценки математического ожидания и дисперсии случайной величины. Их свойства.

c. Проверка гипотезы о числовом значении параметра экспоненциального распределения.

d. Дисперсионный анализ зависимостей. Основные понятия. Однофакторный параметрический дисперсионный анализ.

e. Модели регрессии

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе:

1. Основная литература по дисциплине «Математическое моделирование» приведена в рабочей программе в разделе 12.1.
2. Дополнительная литература по дисциплине «Математическое моделирование» приведена в рабочей программе в разделе 12.2.
3. Методические указания к практическим занятиям и по самостоятельной работе приведены в рабочей программе в разделе 12.3.

Согласована на портале № 16978