

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Меркулов Евгений Сергеевич

Должность: И.о. ректора

Дата подписания: 16.05.2021 05:51:28

Уникальный программный ключ:

39428e82d614

ОП ВО

СМК-РПД-В1.П2-2020

Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры
математики и физики

«10» марта 2020 г., протокол № 9

И.о. зав. кафедрой



И.А. Кашутина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.01 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

Направление подготовки: 02.06.01 Компьютерные и информационные науки

Профиль подготовки: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Курс 1-3 Семестр 1-6

Зачет: 2 семестр.

Дифференцированный зачет: 4 семестр.

Экзамен: 6 семестр

Петропавловск-Камчатский 2020 г.

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «30» июля 2014 года № 864.

Разработчик:

Профессор кафедры математики и физики  Р.И. Паровик

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП ВО.....	4
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине.....	4
4. Содержание дисциплины.....	6
5. Тематическое планирование.....	8
6. Самостоятельная работа.....	13
7. Промежуточное тестирование.....	18
8. Перечень вопросов к экзамену.....	25
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....	25
10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента.....	28
11. Материально-техническая база.....	32

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование компетенций о методах математического моделирования, процессов и явлений в естественнонаучных задачах.

В рамках дисциплины изучаются теоретические подходы к созданию математических моделей явлений и процессов. Рассматриваются различные классификации математических моделей. Особое внимание уделено выделению параметров модели и развитию способности описывать влияние параметров на математическую модель. Дается обзор основных численных методов, используемых при моделировании на примере реальных инженерных объектов. В рамках данной дисциплины дается общее представление понятия комплекс программ. Рассматриваются основные принципы программной инженерии, новейшие тенденции в программной инженерии.

Для усвоения дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» обучаемый должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой и навыками специалиста или магистра.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» относится к дисциплинам вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули) (Б1.В).

Содержание дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» опирается на содержание дисциплин: «История и философия науки» (Б1.Б.01).

Содержание дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» выступает опорой для освоения содержания следующих дисциплин: «Нелинейные математические модели» (Б1.В.ДВ.01.01), «Высокопроизводительные вычисления» (Б1.В.ДВ.01.02), «Жесткие системы дифференциальных уравнений» (Б1.В.ДВ.02.01), «Математические модели и методы в гидродинамике» (Б1.В.ДВ.02.02); для прохождения научно-исследовательской практической подготовки; для выполнения научно-квалификационной работы (диссертации).

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки:

Код компетенции	Компетенция	Универсальные дескрипторы сформированности компетенции	
ПК-2	Способность разработки новых математических моделей объектов и явлений	знать:	основные принципы разработки математических моделей, объектов и явлений, учитывающих их свойства; примерную классификацию математических моделей, различных объектов и явлений

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

		уметь:	формулировать поставленные задачи для описания свойств объектов и явлений в рамках теории математического моделирования, определять методы решения поставленных задач, проводить визуализацию результатов моделирования с помощью ЭВМ
		владеть:	методами математического моделирования и численного анализа для решения поставленных задач, описывающих важные свойства объектов и явлений
ПК-3	Способность разработки новых приближенных и аналитических методов для исследования математической модели	знать:	основные приближенные и аналитические методы исследования математической модели объектов и явлений
		уметь:	решать поставленную задачу математического моделирования с помощью численных и аналитических методов, строить с помощью численного анализа расчетные кривые решения математической модели различных процессов
		владеть:	методами численного анализа, а также аналитическими методами, основанными на теории математического анализа, специальных функций и функционального анализа с целью исследования математических моделей, объектов и явлений
ПК-4	Способность разработки эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов программ для проведения вычислительного	знать:	особенности исследования конечно-разностных схем, итерационных и проекционных методов, вопросы устойчивости и сходимости численных схем, а также погрешности численных методов, язык программирования

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

	эксперимента		компьютерной среды, в которой будут реализованы численные методы
		уметь:	исследовать погрешность численных методов, а также определять устойчивость и сходимость численного решения к точному решению поставленной задачи
		владеть:	методами построения конечно-разностных схем, итерационных процедур для получения численного решения математической модели, методами объектно-ориентированного программирования в различных компьютерных средах символьной математики
ПК-6	Способность разработки новых математических методов и алгоритмов интерпретации экспериментальных данных на основе математической модели	знать:	свойства объекта математического моделирования и методы их исследования с целью интерпретации экспериментальных данных
		уметь:	анализировать экспериментальные данные исследуемого объекта, использовать методы статистического анализа, регрессионного анализа с целью выявления особенностей в экспериментальных данных для интерпретации результатов исследования
		владеть:	методами и алгоритмами интерпретации результатов моделирования изучаемого объекта

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Математические основы моделирования.

Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

функционалы. Теорема Хана-Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

Выпуклые задачи на минимум. Выпуклое программирование. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип динамического программирования.

Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

Раздел 2. Методы математического моделирования.

Численные методы линейной алгебры. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Итерационные методы. Метод простых итераций. Метод Зейделя. Плохо обусловленные системы.

Решение нелинейных уравнений. Метод Ньютона. Методы градиентного спуска. Итерационные методы решения систем нелинейных уравнений.

Численные методы оптимизации. Метод координатного спуска. Метод наискорейшего спуска. Метод Хука и Дживса. Метод Розенброка.

Интерполяция и аппроксимация. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Эрмита. Интерполяционные сплайны. Кубические сплайны. Полиномиальная аппроксимация функций методом наименьших квадратов. Численные методы вейвлет-анализа.

Численное интегрирование. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Формулы Гаусса. Интегрирование быстро осциллирующих функций.

Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Метод Адамса. Метод Милна.

Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод пристрелки. Метод коллокации. Метод Конечных разностей. Метод Галеркина.

Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных. Метод сеток. Методы построения разностных схем. Порядок аппроксимации. Устойчивость разностных схем. Спектральный признак устойчивости. Сходимость. Теорема Лакса. Разностные схемы для уравнения теплопроводности. Явная, неявная схема и схема Кранка-Николсона. Разностные схемы для уравнения Лапласа. Метод конечных элементов. Вариационные методы: метод Ритца, метод Галеркина. Схема типа «крест» для волнового уравнения.

Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

Раздел 3. Компьютерные технологии в моделировании.

Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

5. Тематическое планирование

Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практики	Сам. работа	Контроль	Всего, часов
1	Математические основы моделирования	16	16	75	1	108
2	Методы математического моделирования	16	16	75	1	108
3	Компьютерные технологии в моделировании	16	16	73	3	108
Всего		48	48	223	5	324

Тематический план Модуль 1

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	Лекции	16	
1	Элементы теории функций и функционального анализа	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
2	Численные методы и их применение в научных исследованиях	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
3	Экстремальные задачи, области применения	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
4	Элементы теории вероятностей и математической статистики. Применение методов математической статистики при решении научных задач	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
5	Теория принятия решений	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
	Практические занятия	16	
1	Численные методы и их применение в научных исследованиях	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
2	Спектральные методы, примеры применения методов	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
3	Экстремальные задачи и методы их решения	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

4	Теория случайных процессов, основные подходы и методы	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
5	Проверка статистических гипотез	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
	Самостоятельная работа	75	
1	Понятие меры и интеграла Лебега	3	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
2	Метрические и нормированные пространства	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
3	Пространства интегрируемых функций	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
4	Пространства Соболева	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
5	Линейные непрерывные функционалы	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
6	Теорема Хана-Банаха	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
7	Линейные операторы	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
8	Элементы спектральной теории	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
9	Дифференциальные и интегральные операторы	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
10	Выпуклые задачи на минимум	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
11	Выпуклое программирование	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
12	Основы вариационного исчисления	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
13	Задачи оптимального управления	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
14	Принцип динамического программирования	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
15	Модели динамических систем	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
16	Особые точки	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
17	Бифуркации	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
18	Динамический хаос	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
19	Эргодичность и перемешивание	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
20	Понятие о самоорганизации	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
21	Диссипативные структуры	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
22	Режимы с обострением	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

Модуль 2

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	Лекции	16	
1	Основные принципы математического моделирования	10	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
2	Методы исследования математических моделей	10	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
3	Математические модели в научных исследованиях	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
	Практические занятия	16	
1	Методы построения математических моделей	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
2	Исследование математических моделей	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
3	Современные подходы и методы математического моделирования	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
	Самостоятельная работа	75	
1	Численные методы линейной алгебры. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений	3	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
2	Итерационные методы. Метод простых итераций	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
3	Метод Зейделя. Плохо обусловленные системы	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
4	Решение нелинейных уравнений. Метод Ньютона	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
5	Методы градиентного спуска	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
6	Итерационные методы решения систем нелинейных уравнений	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
7	Численные методы оптимизации. Метод координатного спуска. Метод наискорейшего спуска	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
8	Метод Хука и Дживса. Метод Розенброка. Интерполяция и аппроксимация	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
9	Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Эрмита	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
10	Интерполяционные сплайны. Кубические сплайны	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

11	Полиномиальная аппроксимация функций методом наименьших квадратов. Численные методы вейвлет-анализа	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
12	Численное интегрирование. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
13	Формулы Гаусса. Интегрирование быстро осциллирующих функций	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
14	Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
15	Метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Метод Адамса. Метод Милна	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
16	Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
17	Метод пристрелки. Метод коллокации. Метод Конечных разностей. Метод Галеркина	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
18	Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
19	Устойчивость разностных схем. Спектральный признак устойчивости	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
20	Сходимость. Теорема Лакса. Разностные схемы для уравнения теплопроводности. Явная, неявная схема и схема Кранка-Николсона	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
21	Разностные схемы для уравнения Лапласа. Метод конечных элементов. Вариационные методы: метод Ритца, метод Галеркина. Схема типа «крест» для волнового уравнения	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
22	Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6

Модуль 3

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
	Лекции	16	

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

1	Алгоритмические языки и программные средства.	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
2	Представление о языках программирования высокого уровня	2	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
3	Современные пакеты прикладных программ	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
4	Имитационные модели, средства их построения и реализации	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
5	Использование пакетов программ в научных исследованиях	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
Практические занятия		16	
1	Имитационное моделирование, средства создания имитационных моделей	8	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
2	Вычислительный эксперимент, основы и правила проведения. Статистическое моделирование	8	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
Самостоятельная работа		73	
1	Принятие решений	3	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
2	Общая проблема решения	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
3	Функция потерь	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
4	Байесовский и минимаксный подходы	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
5	Метод последовательного принятия решения	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
6	Исследование операций и задачи искусственного интеллекта	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
7	Экспертизы и неформальные процедуры	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
8	Автоматизация проектирования	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
9	Искусственный интеллект	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
10	Распознавание образов	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
11	Алгоритмические языки.	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
12	Представление о языках программирования высокого уровня	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6
13	Пакеты прикладных программ	6	ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по вопросам практических занятий, выполнение практических заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа аспирантов заключается в следующих формах:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- поиск и проработка материалов из ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», периодической печати;
- выполнение домашних заданий в форме докладов;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

6.1. Планы практических занятий

Модуль 1 «Математические основы моделирования».

Практическое занятие № 1-2.

Численные методы и их применение в научных исследованиях.

План.

1. Слайн-аппроксимация, примеры решения задач.
2. Численные методы вейвлет-преобразования: кратномасштабный анализ, алгоритм быстрого вейвлет-разложения, вейвлет-пакеты, выбор численного алгоритма и его сходимости.
3. Примеры применения численных методов при математическом моделировании.

Практическое занятие № 3.

Спектральные методы, примеры применения методов.

План.

1. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара.
2. Вейвлет-преобразование: непрерывное и дискретное вейвлет-преобразование, типы вейвлет-базисов и критерии его выбора.
3. Применение спектральных методов при решении практических задач.

Практическое занятие № 4.

Экстремальные задачи и методы их решения.

План.

1. Общая характеристика экстремальных задач и методов их решения. Виды экстремальных задач.
2. Постановка задачи линейного программирования, ее различные формы.

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

3. Минимаксный подход и его применение в научных исследованиях.

Практическое занятие № 5-6.

Теория случайных процессов, основные подходы и методы.

План.

1. Регрессионный анализ, основные подходы и области применения.
2. Класс моделей авторегрессии-проинтегрированного скользящего среднего.
3. Диагностические проверки авторегрессионных моделей на примере реальных временных рядов.

Практическое занятие № 7-8.

Проверка статистических гипотез.

План.

1. Статистические гипотезы: основные понятия, ошибки 1- и 2-рода, шаги проверки гипотез, вывод о принятии или отвержении основной гипотезы.
2. Критерии проверки статистических гипотез: t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера, хи-квадрат Пирсона.
3. Рассмотрение примеров проверки статистических гипотез.

Модуль 2 «Методы математического моделирования».

Практическое занятие № 9-10.

Методы построения математических моделей.

План.

1. Построение элементарных математических моделей.
2. Построение стохастических моделей: идентификация, начальные оценки, оценивание.
3. Идентификация и оценка параметров авторегрессионной модели на примере реальных временных рядов.

Практическое занятие № 11-13.

Исследование математических моделей.

План.

1. Методы диагностических проверок стохастических моделей: введение избыточных параметров, совокупный критерий согласия, кумулятивная периодограмма.
2. Методы системного анализа для исследования моделей объектов в условиях неполной априорной определенности.
3. Методы системного анализа для изучения существенно нестационарных объектов и систем.

Практическое занятие № 14-16.

Современные подходы и методы математического моделирования.

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

План.

1. Современные подходы к построению моделей, основанные на совмещении традиционных методов анализа временных рядов и современных методов цифровой обработки сигналов.

2. Многокомпонентные модели временных рядов сложной структуры: идентификация, оценка, диагностика.

Модуль 3 «Компьютерные технологии в моделировании».

Практическое занятие № 17-20.

Имитационное моделирование, средства создания имитационных моделей.

План.

1. Построение имитационных моделей сложных объектов и систем.
2. Современные средства создания и реализации имитационных моделей.

Практическое занятие № 21-24.

Вычислительный эксперимент, основы и правила проведения.
Статистическое моделирование.

План.

1. Принципы проведения вычислительного эксперимента.
2. Модель, алгоритм, программа.
3. Построение и реализация статистических моделей.

6.2 Внеаудиторная самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Вид СР	Трудовые ресурсы (час.)
1.	Математические основы моделирования	Понятие меры и интеграла Лебега	– изучение литературы; осмысление изучаемой литературы; – работа в информационно-справочных системах; – аналитическая обработка текста (конспектирование, реферирование);	3
		Метрические и нормированные пространства		4
		Пространства интегрируемых функций		4
		Пространства Соболева		4
		Линейные непрерывные функционалы		2
		Теорема Хана-Банаха		4
		Линейные операторы		2
		Элементы спектральной теории		4
		Дифференциальные и интегральные операторы		2
		Выпуклые задачи на минимум		2
		Выпуклое программирование		4
		Основы вариационного исчисления		4

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

		Задачи оптимального управления	– составление плана и тезисов ответа в процессе подготовки к занятию; – решение задач; – подготовка сообщений по вопросам семинарских занятий	2
		Принцип динамического программирования		4
		Модели динамических систем		2
		Особые точки		4
		Бифуркации		4
		Динамический хаос		4
		Эргодичность и перемешивание		4
		Понятие о самоорганизации		4
		Диссипативные структуры		4
		Режимы с обострением		4
2.	Методы математического моделирования	Численные методы линейной алгебры. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений		3
		Итерационные методы. Метод простых итераций		4
		Метод Зейделя. Плохо обусловленные системы		4
		Решение нелинейных уравнений. Метод Ньютона		4
		Методы градиентного спуска		2
		Итерационные методы решения систем нелинейных уравнений		4
		Численные методы оптимизации. Метод координатного спуска. Метод наискорейшего спуска		2
		Метод Хука и Дживса. Метод Розенброка.		4
		Интерполяция и аппроксимация		
		Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Эрмита		2
		Интерполяционные сплайны. Кубические сплайны		2
		Полиномиальная аппроксимация функций методом наименьших квадратов. Численные методы вейвлет-анализа		4
		Численное интегрирование. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса		4
		Формулы Гаусса. Интегрирование быстро осциллирующих функций		2
		Численные методы решения задачи		4

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

		Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера	
		Метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Метод Адамса. Метод Милна	2
		Численные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений	4
		Метод пристрелки. Метод коллокации. Метод Конечных разностей. Метод Галеркина	4
		Численные методы решения краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных	4
		Устойчивость разностных схем. Спектральный признак устойчивости	4
		Сходимость. Теорема Лакса. Разностные схемы для уравнения теплопроводности. Явная, неявная схема и схема Кранка-Николсона	4
		Разностные схемы для уравнения Лапласа. Метод конечных элементов. Вариационные методы: метод Ритца, метод Галеркина. Схема типа «крест» для волнового уравнения	4
		Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента	4
3	Компьютерные технологии и в моделировании	Принятие решений	3
		Общая проблема решения	4
		Функция потерь	6
		Байесовский и минимаксный подходы	6
		Метод последовательного принятия решения	6
		Исследование операций и задачи искусственного интеллекта	6
		Экспертизы и неформальные процедуры	6
		Автоматизация проектирования	6
		Искусственный интеллект	6
		Распознавание образов	6
		Алгоритмические языки.	6
		Представление о языках программирования высокого уровня	6

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

	Пакеты прикладных программ		6
--	----------------------------	--	---

7. Промежуточное тестирование

1. Единственный объективный источник описания объекта...
 - интуиция и здравый смысл
 - божественное откровение
 - проектная и эксплуатационная документация
 - умозрительный эксперимент
 - сам объект
2. Степень соответствия матмодели оригиналу зависит от...
 - примененной методологии имитационного моделирования
 - уровня сложности моделируемой системы
 - совершенства использованного математического аппарата
 - полноты и безошибочности исходных статистических данных
 - количества и значимости учтенных факторов
3. Адекватность созданной матмодели определяется...
 - волевым решением заказчика
 - целями моделирования
 - отпущенными на это средствами
 - сроками разработки
4. Адекватность матмодели устанавливается...
 - априори, на основании некоторых теоретических рассуждений
 - экспериментально, на основе нескольких типичных вариантов исходных данных
 - по обоюдному согласию разработчика и заказчика
 - в соответствии с нормативными документами
 - проверкой для нее основных законов предметной области
5. Имитационное моделирование -
 - использование ЭВМ для прогнозирования поведения системы по методу Монте-Карло
 - проведение на ЭВМ экспериментов с моделью системы, наблюдая за поведением модели при заданных допущениях и условиях
 - процесс создания модели системы и постановки экспериментов на этой модели с целью понять поведение системы
 - использование ЭВМ для численных расчетов в процессе решения эконометрических задач
 - использование при экспериментировании моделей вместо реальных систем
6. Главная цель имитационного моделирования -
 - оценка различных стратегий, обеспечивающих функционирование систем массового обслуживания
 - построение теорий, объясняющих наблюдаемое поведение таких систем
 - описание поведения кибернетических систем
 - использование созданных теорий для предсказания будущего поведения систем
 - описание поведения сложных динамических стохастических систем

Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

7. Экономическая модель нуждается в имитационном исследовании,

- если уравнения модели нелинейны
- если количество параметров подозрительно невелико
- когда на выходную переменную системы влияют случайные величины
- если она не содержит управляющих переменных
- когда присутствуют временные задержки и ускорения

8. Преимущество имитационного моделирования в том, что...

- можно проводить управляемые эксперименты с моделями реальных систем, а не с самими системами
- это более дешевый способ исследования с точки зрения затрат времени и ресурсов
- результаты без проблем интерпретируются применительно к системе-оригиналу
- не нужно беспокоиться о планировании экспериментов и обработке их результатов
- это зачастую единственно пригодный метод исследования при отсутствии аналитических решений

9. Разрабатывая модель системы массового обслуживания, надо...

- выяснить распределения вероятностей промежутков времени между поступлениями заявок и продолжительности обслуживания
- указать, какие данные не нужно собирать во время процесса имитации
- определить свойства моделируемых очередей (наличие приоритетов, поведение нетерпеливых клиентов и т.п.)
- точно задать продолжительность процесса имитации
- указать, каким датчиком случайных чисел и как пользоваться для получения случайных промежутков времени

10. Число редких событий на интервале времени описывается...

- треугольным распределением
- гамма-распределением
- бета-распределением
- распределением Пуассона
- распределением Вейбулла

11. Интервалы между поломками, ремонтами, перерывами и т.п.

- моделируются с помощью нормального распределения
- распределения Пирсона типа V (VI)
- нормального распределения
- распределения Вейбулла
- показательного распределения

12. При отсутствии данных о распределении может применяться

- нормальное распределение
- распределение Вейбулла
- треугольное распределение
- равномерное распределение
- бета-распределение

13. Время выполнения работы (ремонта) моделируется с помощью

- распределения Вейбулла

Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

- логистического распределения
 - распределения Пуассона
 - гамма-распределения
 - биномиального распределения
14. Показательное распределение используют для моделирования
- интервалов времени между поступлениями требований с постоянной интенсивностью
 - величин, представляющих собой произведение большого числа других величин в т.ч. складских запасов
 - интервалов времени между поступлениями требований с переменной интенсивностью
 - величин, представляющих собой сумму большого числа других величин.
15. Системная динамика в настоящее время - это...
- дальнейшее развитие методологии системного анализа
 - методология, лежащая в основе систем имитационного моделирования Vensim, Powersim, iThink и т.п.
 - симбиоз теории систем с обратной связью, исследования операций и экспериментирования с моделями на ЭВМ
 - один из инструментов моделирования непрерывных социально-экономических процессов
 - методология анализа исследуемой системы путем описания в виде схемы потоков с выявлением всех обратных связей
16. Имитационная модель считается пригодной, если...
- математически строго доказано, что она верна
 - она дает хотя бы незначительные возможности лучше понять главные причины успехов и неудач моделируемого бизнеса
 - она работает в пределах области применения с удовлетворительной точностью, совместимой с целью моделирования
 - она не противоречит экономическим законам, оценкам экспертов и здравому смыслу
 - руководство исследуемого объекта считает результаты моделирования правильными
17. Непрерывная модель может быть описана математически :
- системой разностных уравнений
 - системой дифференциальных уравнений
 - с помощью одной матрицы
18. Уравнение теплопроводности является уравнением
- параболического типа
 - смешанного типа
 - гиперболического типа
 - эллиптического типа
19. Дискриминант уравнения параболического типа является
- равным нулю

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

- комплексным
 - положительным
 - отрицательным
20. Решение Даламбера является моделью для:
- колебаний мембраны
 - колебаний ограниченной струны
 - колебаний неограниченной струны распространения тепла в ограниченном стержне
 - распространения тепла в бесконечном стержне
21. Уравнение эллиптического типа имеет
- одну комплексную характеристику
 - одну вещественную характеристику
 - две комплексные характеристики
 - две вещественные характеристики
22. Решение Даламбера описывает процесс
- колебаний мембраны
 - распространения тепла в ограниченном стержне
 - распространения тепла в бесконечном стержне
 - колебаний ограниченной струны
 - колебаний неограниченной струны
23. Уравнение неразрывности является следствием закона
- сохранения полной энергии
 - сохранения количества движения
 - сохранения импульса
 - сохранения массы
 - сохранения кинетической энергии
24. Кинематические свойства струны определяются
- свойством свободного изгиба
 - принципом Даламбера
 - свойством нерастяжимости
 - закона Гука
25. Уравнение колебаний струны выводится на основании
- закона сохранения массы
 - закона Гука
 - закона Фурье
 - закона сохранения энергии
 - принципа Даламбера
26. Уравнение распространения тепла выводится на основании
- закона Фурье
 - закона сохранения кинетической энергии
 - закона Гука
 - принципа Даламбера
 - закона сохранения массы

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

27. Уравнение колебаний мембраны выводится на основании
- закона сохранения энергии
 - принципа Даламбера
 - закона Гука
 - закона сохранения массы
 - закона Фурье
28. Жидкость называется идеальной, если все действующие на нее силы
- определяются внутренним трением
 - уравниваются силами инерции
 - приводятся к нормальному давлению
 - равны нулю
29. Телеграфное уравнение является уравнением
- параболического типа
 - гиперболического типа
 - эллиптического типа
 - смешанного типа
30. Уравнение $4u_{xx} - 4u_{xy} - 13u_{yy} - xu_x - u = 0$ является уравнением
- гиперболического типа
 - параболического типа
 - эллиптического типа
 - смешанного типа
31. Уравнение $x^2 u_{xx} - u^2 u_{yy} = 0$ является уравнением
- эллиптического типа
 - гиперболического типа
 - смешанного типа
 - параболического типа
32. Уравнения Эйлера описывают
- процесс колебаний в упругой среде
 - процесс распространения тепла
 - движение идеальной жидкости
 - движение вязкой несжимаемой жидкости
33. Колебания ограниченной струны однозначно определяются заданием только уравнения
- только уравнения
 - уравнения и граничных условий
 - уравнения с граничными и начальными условиями
 - уравнения и начальных условий
34. Телеграфное уравнение описывает процесс распространения электрических колебаний в
- длинном проводе
 - в колебательном контуре
 - проводнике
 - в полупроводнике

Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

- длинной линии
- 35. Теплообмен по закону Ньютона описывается граничным условием первого рода
 - условием согласования
 - смешанного рода
 - третьего рода
 - второго рода
- 36. Задание теплового потока на границе области описывается граничным условием
 - смешанного рода
 - первого рода
 - третьего рода
 - второго рода
- 37. Уравнение $U_{xx}+U_{yy}=f(x,y,U,U_x,U_y)$ является канонической формой записи уравнения
 - гиперболического типа
 - эллиптического типа
 - смешанного типа
 - параболического типа
- 38. Преобразование Фурье обобщенных функций переводит
 - D' в D
 - S' в S'
 - D' в D'
 - S' в D'
- 39. Задачей Неймана называется
 - однородная задача Дирихле
 - вторая краевая задача
 - неоднородная задача Дирихле
 - смешанная краевая задача
- 40. Функция называется гармонической, если она
 - является решением уравнения теплопроводности
 - является решением уравнения колебаний струны
 - является решением уравнения Лапласа
 - имеет производные любого порядка
- 41. Гармоническая функция, достигающая во внутренней точке некоторой области T своего максимального и/или минимального значения
 - является потенциалом простого слоя
 - постоянна в этой области
 - является потенциалом двойного слоя
 - равна нулю в этой области
- 42. Решение первой краевой задачи для уравнения Пуассона
 - однозначно определяется начальными условиями
 - непрерывно зависит от начальных данных
 - единственно
 - определено с точностью до произвольной постоянной

Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

43. Решение первой краевой задачи для уравнения Лапласа
- непрерывно зависит от начальных данных
 - единственно
 - определено с точностью до произвольной постоянной
 - однозначно определяется начальными условиями
44. Решение краевой задачи Неймана для уравнения Лапласа
- непрерывно зависит от начальных данных
 - определено с точностью до произвольной постоянной
 - единственно
 - однозначно определяется начальными условиями
45. Прямые методы решения задач вариационного исчисления основаны на
- представлении экстремалей в виде ломанной линии
 - замене вариационной задачи дифференциальным уравнением
 - замене вариационной задачи задачей на экстремум функции нескольких переменных
 - представлении экстремалей в виде семейства прямых линий
46. Метод Рунге заключается в приближенном представлении экстремали функционала в виде
- многочлена с неизвестными коэффициентами по степеням независимой переменной
 - подходящей дробно-рациональной функции
 - линейной комбинации базисных функций с неизвестными коэффициентами
 - отрезка тригонометрического ряда Фурье
47. Производная обобщенной функции
- существует, если обобщенная функция гладкая
 - всегда существует
 - в общем случае не существует
 - существует только для обобщенных функций медленного роста
48. Прямое произведение обобщенных функций
- определено только для обобщенных функций с финитным носителем
 - определено, если носители сомножителей лежат вне отрицательной полуоси
 - определено для любых обобщенных функций
 - определено, если хотя бы одна из обобщенных функций имеет финитный носитель
49. В сверточной алгебре D'_+ роль операции играет
- преобразование Фурье
 - произведение
 - свертка
 - прямое произведение
50. В сверточной алгебре D'_+ роль операции играет
- единичная функция
 - функция Хевисайда
 - нуль
 - δ -функция Дирака

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

8. Перечень вопросов к экзамену

1. Элементы теории случайных процессов.
2. Распознавание образов.
3. Интегральные преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и их приложения.
4. Вероятность, условная вероятность. Независимость.
5. Представление о языках программирования высокого уровня.
6. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
7. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.
8. Случайные величины и векторы.
9. Некоторые аспекты математического моделирования. Свойства и классификация.
10. Численное дифференцирование и интегрирование.
11. Методы анализа временных рядов.
12. Анализ размерностей. Пи-теорема. Примеры.
13. Задачи оптимального управления.
14. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
15. Вычислительные методы линейной алгебры.
16. Понятие меры и интеграла Лебега.
17. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
18. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике.
19. Основы теории информации.
20. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
21. Качественный анализ нелинейных дифференциальных уравнений и их систем. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Критерии устойчивости. Классификация точек покоя. Фазовые траектории.
22. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Вопросы аппроксимации, устойчивости и сходимости.
23. Принципы проведения вычислительного эксперимента.
24. Метрические и нормированные пространства.
25. Пакеты прикладных программ.
26. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах.
27. Принятие решений. Общая проблема решения.
28. Проверка адекватности математических моделей.
29. Аксиоматика теории вероятностей.
30. Численные методы вейвлет-анализа.
31. Модель, алгоритм, программа. Общая схема построения математической модели.
32. Универсальность математических моделей. Примеры универсальных моделей.
33. Принцип динамического программирования.
34. Динамический хаос. Бифуркационные диаграммы.
35. Методы решения интегро-дифференциальных уравнений.
36. Элементы дробного исчисления и его применение.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение

9.1. Основная учебная литература:

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

1. Паровик, Р. И. Хаотические и регулярные режимы дробных осцилляторов – Петропавловск-Камчатский: издательство: Камчатпресс, 2019. – 132 с.
2. Паровик, Р. И. Математическое моделирование нелинейных эрдитарных осцилляторов : – Петропавловск-Камчатский : КамГУ им. Витуса Беринга, 2017. – 132 с.
3. Паровик, Р. И. Математическое моделирование линейных эрдитарных осцилляторов – Петропавловск-Камчатский : КамГУ им. Витуса Беринга, 2015. – 175 с.
4. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — URL : <https://urait.ru/bcode/452200>
5. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/447100>
6. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 126 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08475-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/451402>

9.2. Дополнительная учебная литература:

1. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели : учебник для вузов / В. Д. Мятлев, Л. А. Панченко, Г. Ю. Ризниченко, А. Т. Терехин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 321 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01698-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/451559>
2. Моделирование систем и процессов. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 295 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01442-6. — URL : <https://urait.ru/bcode/451288>
3. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/450218>
4. Дреус, Ю. Г. Имитационное моделирование : учебное пособие для вузов / Ю. Г. Дреус, В. В. Золотарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 142 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11385-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/456381>
5. Орел, Е. Н. Непрерывные математические модели : учебное пособие для вузов / Е. Н. Орел, О. Е. Орел. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08079-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/455111>
6. Стружкин, Н. П. Базы данных: проектирование. Практикум : учебное пособие для вузов / Н. П. Стружкин, В. В. Годин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. —

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

- 291 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00739-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/451246>
7. *Гостев, И. М.* Операционные системы: учебник и практикум для вузов / И. М. Гостев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 164 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04520-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/451231>
8. *Емельянов, В. Н.* Численные методы: введение в теорию разностных схем: учебное пособие для вузов / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 188 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06617-3. — URL : <https://urait.ru/bcode/453264>
9. *Мойзес, О. Е.* Информатика. Углубленный курс: учебное пособие для вузов / О. Е. Мойзес, Е. А. Кузьменко. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7051-7. — URL : <https://urait.ru/bcode/451401>

9.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

Название электронного ресурса	Описание электронного ресурса	Используемый для работы адрес
eLibrary – Научная электронная библиотека	Полные тексты журналов более 40 издательств (ИНИОН РАН, Elsevier Science, Academic Press, Kluwer, Springer, Birkhauser Publishing, Blackwell Science, Pergamon и др.)	www.elibrary.ru
ЭБС Юрайт	Ресурс для поиска изданий и доступа к тексту издания в отсутствие традиционной печатной книги. Для удобства навигации по электронной библиотеке издания сгруппированы в каталог по тематическому принципу. Пользователям доступны различные сервисы для отбора изданий и обеспечения с их помощью комфортного учебного процесса. В электронной библиотеке представлены все книги издательства Юрайт. Некоторые издания и дополнительные материалы доступны только в электронной библиотеке	https://urait.ru
ЭБС IPR BOOKS	Важнейший ресурс для получения качественного образования, предоставляющий доступ к учебным и научным изданиям, необходимым для обучения и организации учебного процесса в нашем учебном заведении. Объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу, предназначенную для разных направлений обучения, с помощью которого вы сможете получить необходимые знания, подготовиться к семинарам, зачетам и экзаменам, выполнить необходимые работы и проекты	http://www.iprbooks.ru

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

9.4. Информационные технологии:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и к электронной информационно-образовательной среде организации.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих. Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

10. Формы и критерии оценивания учебной деятельности аспиранта

На основании разработанной компетентностной модели выпускника образовательные цели представлены в виде набора компетенций как планируемых результатов освоения образовательной программы. Определение уровня достижения планируемых результатов освоения образовательной программы осуществляется посредством оценки уровня сформированности компетенции и оценки уровня успеваемости обучающегося по пятибалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено»).

Основными критериями оценки в зависимости от вида работы обучающегося являются: сформированность компетенций (знаний, умений и владений), степень владения профессиональной терминологией, логичность, обоснованность, четкость изложения материала, ориентирование в научной и специальной литературе.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций и оценки уровня успеваемости обучающегося

Текущий контроль

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения модулей дисциплины (оценка)	Критерии оценивания отдельных видов работ обучающихся			
		Устный опрос	Эссе	Работа в микрогруппе	Составление презентации
Высокий	отлично	глубокое знание и понимание теоретического содержания дисциплины; использование новых ресурсов (технологий, средств) в решении профессиональных задач;	глубокое знание и понимание теоретического содержания дисциплины; использование новых ресурсов (технологий, средств) в решении профессиональных задач;	глубокое знание и понимание теоретического содержания дисциплины; использование новых ресурсов (технологий, средств) в решении	глубокое знание и понимание теоретического содержания дисциплины; использование новых ресурсов (технологий, средств) в решении профессиональных задач; увеличение

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

		увеличение доли собственного участия в профессиональных практических видах деятельности, не предусмотренных образовательной программой; расширение среды профессиональной деятельности, не предусмотренной образовательной программой; наличие навыков системной оценки качества своей профессиональной деятельности	увеличение доли собственного участия в профессиональных практических видах деятельности, не предусмотренных образовательной программой; расширение среды профессиональной деятельности, не предусмотренной образовательной программой; наличие навыков системной оценки качества своей профессиональной деятельности	профессиональных задач; увеличение доли собственного участия в профессиональных практических видах деятельности, не предусмотренных образовательной программой; расширение среды профессиональной деятельности, не предусмотренной образовательной программой; наличие навыков системной оценки качества своей профессиональной деятельности	доли собственного участия в профессиональных практических видах деятельности, не предусмотренных образовательной программой; расширение среды профессиональной деятельности, не предусмотренной образовательной программой; наличие навыков системной оценки качества своей профессиональной деятельности
Базовый	хорошо	полное знание и понимание теоретического содержания дисциплины; достаточная сформирован	полное знание и понимание теоретического содержания дисциплины; достаточная сформирован	полное знание и понимание теоретического содержания дисциплины	полное знание и понимание теоретического содержания дисциплины; достаточная сформированно

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

		ность практических умений, продемонстрированная в ходе осуществления и профессиональной деятельности как в учебной, так и реальной практик; наличие навыков оценивания собственных достижений, определения проблем и потребностей в конкретной области профессиональной деятельности	ность практических умений, продемонстрированная в ходе осуществления и профессиональной деятельности как в учебной, так и реальной практик; наличие навыков оценивания собственных достижений, определения проблем и потребностей в конкретной области профессиональной деятельности	; достаточная сформированность практически умений, продемонстрированная в ходе осуществления и профессиональной деятельности как в учебной, так и реальной практик; наличие навыков оценивания собственных достижений, определения проблем и потребностей в конкретной области профессиональной деятельности	сть практических умений, продемонстрированная в ходе осуществления профессиональной деятельности как в учебной, так и реальной практик; наличие навыков оценивания собственных достижений, определения проблем и потребностей в конкретной области профессиональной деятельности
Пороговые	удовлетворительно	понимание теоретического содержания дисциплины с незначительными пробелами; несформированность некоторых практических умений при	понимание теоретического содержания дисциплины с незначительными пробелами; несформированность некоторых практических умений при	понимание теоретического содержания дисциплины с незначительными пробелами; несформированность некоторых практических умений при	понимание теоретического содержания дисциплины с незначительными пробелами; несформированность некоторых практических умений при применении

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

		применении знаний в конкретных ситуациях, наличие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию	применении знаний в конкретных ситуациях, наличие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию	практически х умений при применении знаний в конкретных ситуациях, наличие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию	знаний в конкретных ситуациях, наличие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию

Промежуточная аттестация

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения дисциплины	Критерии оценивания обучающихся
		ЭКЗАМЕН

ОП ВО	СМК-РПД-В1.П2-2020
Рабочая программа дисциплины Б.1.В.01 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»	

Высокий	отлично	глубокое знание и понимание теоретического содержания дисциплины; использование новых ресурсов (технологий, средств) в решении профессиональных задач; увеличение доли собственного участия в профессиональных практических видах деятельности, не предусмотренных образовательной программой; расширение среды профессиональной деятельности, не предусмотренной образовательной программой; наличие навыков системной оценки качества своей профессиональной деятельности
Базовый	хорошо	полное знание и понимание теоретического содержания дисциплины; достаточная сформированность практических умений, продемонстрированная в ходе осуществления профессиональной деятельности как в учебной, так и реальной практик; наличие навыков оценивания собственных достижений, определения проблем и потребностей в конкретной области профессиональной деятельности
Пороговый	удовлетворительно	понимание теоретического содержания дисциплины с незначительными пробелами; несформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, наличие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию
Компетенции не сформированы	неудовлетворительно	отсутствует понимание теоретического содержания дисциплины, несформированность практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, отсутствие мотивационной готовности к самообразованию, саморазвитию

11. Материально-техническая база

Для реализации дисциплины оборудована учебная аудитория, укомплектованная учебной мебелью, мультимедийной техникой (проектор и ноутбук), экраном. Для самостоятельной подготовки аспирантов оборудовано помещение с учебной мебелью, компьютерами и подключением к сети Интернет и eLibrary – Научная электронная библиотека, ЭБС Юрайт, ЭБС IPR BOOKS.