

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института математики,
физики и информационных
технологий

Якунина И.Н.

«19» января 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.В.ОД.1**

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Направление подготовки:

09.03.01 – Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль)

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Уровень высшего образования

подготовка кадров высшей квалификации
по программам подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения

очная, заочная

Год набора

2021

Автор программы:

Доктор технических наук, профессор кафедры математического моделирования и информационных технологий Ковалева О.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника (уровень - подготовка кадров высшей квалификации) (приказ Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 875.

Рабочая программа принята на заседании кафедры математического моделирования и информационных технологий «22» декабря 2020 года, протокол № 4.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры
3. Объем и содержание дисциплины
4. Контроль знаний обучающихся
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины - изучение понятийного аппарата математического моделирования и численных методов, формирование навыков использования методов математического моделирования в самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности; разработка программных комплексов для математического моделирования, формирование навыков использования программных комплексов в научно-исследовательской и педагогической деятельности; повышение квалификации в разработке фундаментальных основ и применении математического моделирования, численных методов и комплексов программ для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем.

1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

Научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям:

- изучение и разработка алгоритмов программных комплексов с использованием методов математического моделирования;
- планирование процессов и ресурсов для решения задач в области прикладной математики и информатики;
- формирование навыков использования математических методов моделирования в самостоятельной научно-исследовательской, педагогической и производственно - технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования.

Преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования:

- подготовка и проведение учебных занятий в учебном заведении высшего образования

1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

Код и наименование компетенции ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для формирования компетенции
ОПК-1 Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Знает и понимает: - современные методологические основы исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники Код 31 (ОПК-1)
	Умеет (способен продемонстрировать): - использовать современные методологические основы исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники Код У1 (ОПК-1)
	Владеет: - современным инструментарием и навыками исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники Код В1 (ОПК-1)
ОПК-2 Владение культурой научного исследования, в том	Знает и понимает: - теоретические основы современных информационно-

числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	коммуникационных технологий в исследовательской деятельности Код 31 (ОПК-2)
	Умеет (способен продемонстрировать): - применять современные информационно-коммуникационные технологии в исследовательской деятельности Код У1 (ОПК-2)
	Владеет: - культурой научного исследования в области информационно-коммуникационных технологий и математического моделирования Код В1 (ОПК-2)
ОПК-4 Готовность организовать работу исследовательского коллектива в научной отрасли, соответствующей направлению подготовки	Знает и понимает: - возможности и ограничения различных научных подходов к оценке эффективности научно-исследовательской работы Код 32 (ОПК-4)
	Умеет (способен продемонстрировать): - организовать работу исследовательского коллектива в научной отрасли, соответствующей направлению подготовки, использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках Код У1 (ОПК-4)
	Владеет: - методами и специализированными средствами для коллективной аналитической работы и научных исследований, культурой эффективной работы в режиме сотрудничества по научной проблеме Код В1 (ОПК-4)
ПК-2 Готовность к реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента	Знает и понимает: - основные построения алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; виды комплексов программ, их особенности и способы построения Код 31 (ПК-2)
	Умеет (способен продемонстрировать): - использовать основные принципы построения алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; виды комплексов программ, их особенности и способы построения; синтезировать математические модели предметной области Код У1 (ПК-2)
	Владеет: - навыками решения задач, связанных с численными методами и комплексами программ Код В1 (ПК-2)
ПК-5 Способность к разработке новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели	Знает и понимает: - текущее положение современных научных достижений в области математического моделирования. Код 31 (ПК-5)
	Умеет (способен продемонстрировать): - применять способы и технологии решения стандартных и нестандартных задач Код У1 (ПК-5)
	Владеет: - навыками принятия решений и способность нести ответственность за принятие решений Код В1 (ПК-5)

1.4 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, практик, научных исследований, обеспечивающих освоение компетенций.

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

ОПК-1 – Численные методы математического моделирования, Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Подготовка НКР (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Системы искусственного интеллекта, искусственные нейронные сети.

ОПК-2 – Методы математического моделирования, НКР (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Научно-исследовательская деятельность.

ПК-2 – Численные методы математического моделирования, Подготовка НКР (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Системы искусственного интеллекта, искусственные нейронные сети.

ПК-5 – Методы математического моделирования, Компьютерные среды для математического моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» относится к вариативной части учебного плана ОП по направлению подготовки 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» изучается во 2 и 3 семестре.

3. Объём и содержание дисциплины

3.1 Объём дисциплины

Очная форма обучения: 4 з.е.

Заочная форма обучения: 4 з.е.

Вид учебной работы	Очная форма обучения (всего часов)	Заочная форма обучения (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Контактная работа (по учебным занятиям)</i>	32	8
Лекции (Л)	14	8
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	18	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	76	100
<i>Зачет</i>		
<i>Кандидатский экзамен</i>	36	36

3.2 Содержание курса:

№ тем	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная/заочная)				Формы текущего контроля
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. Математические основы моделирования	3/1	3/-	-	16/20	Коллоквиум, дискуссия
2.	Тема 2. Информационные технологии	3/1	3/-	-	15/20	собеседование

	принятия решений, исследование операций и задачи искусственного интеллекта					
3.	Тема 3. Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки	3/2	2/-	-	15/20	коллоквиум
4.	Тема 4. Методы математического моделирования	3/2	3/-	-	15/20	Собеседование, дискуссия
5.	Тема 5. Математические модели в научных исследованиях	2/2	3/-	-	15/20	коллоквиум

Тема 1. Математические основы моделирования

Лекция. Элементы теории функций и функционального анализа. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана—Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

Теория вероятностей. Математическая статистика. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

Практическое занятие.

1. Математические основы моделирования

Задания для самостоятельной работы:

1. Элементы спектральной теории.
2. Задачи оптимального управления.
3. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
4. Элементы многомерного статистического анализа.

Тема 2. Информационные технологии принятия решений, исследование операций и задачи искусственного интеллекта

Лекция. 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.

Практическое занятие.

1. Информационные технологии принятия решений, исследование операций и задачи искусственного интеллекта

Задания для самостоятельной работы:

1. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.

Тема 3. Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки

Лекция. Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

Практическое занятие.

1. Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки

Задания для самостоятельной работы:

1. Модель, алгоритм, программа.
2. Алгоритмические языки.
3. Представление о языках программирования высокого уровня.

Тема 4. Методы математического моделирования

Лекция. Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

Практическое занятие.

1. Методы математического моделирования

Задания для самостоятельной работы:

1. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
2. Методы исследования математических моделей.

Тема 5. Математические модели в научных исследованиях

Лекция. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

Практическое занятие.

1. Математические модели в научных исследованиях

Задания для самостоятельной работы:

1. Модели динамических систем
2. Динамический хаос.
3. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

4. Контроль знаний обучающихся

4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов

1. Коллоквиум.
2. Собеседование.
3. Дискуссия.

4.2 Типовые задания текущего контроля

Вопросы для коллоквиума

1. Классификация математических моделей. Модели динамики и статики. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами. Модели детерминированные и стохастические. Модели стационарные, квазистационарные и нестационарные. Модели непрерывные и дискретные. Примеры моделей.
2. Три подхода к разработке математических моделей: теоретический, эмпирический и комбинированный. Примеры разработки математических моделей с помощью этих подходов, их достоинства и недостатки.
3. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Пример разработки математической модели молекулярной диффузии. Пример разработки математической модели теплопроводности (дифференциальное уравнение теплопроводности). Дифференциальное уравнение конвективного переноса тепла. Модели законов отражения и преломления.
4. Теоретический подход к разработке математических моделей. Иллюстрация теоретического подхода к разработке математических моделей. Простая модель информационной системы и ее анализ. Применение предложенной модели к конкретным информационным системам различного уровня сложности.
5. Комбинированный подход к разработке математических моделей. Структура математической модели физического процесса флотационного разделения суспензий.

Вопросы для собеседования

1. Математические основы моделирования
Элементы теории функций и функционального анализа. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана—Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.
2. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.
3. Теория вероятностей. Математическая статистика. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

Темы дискуссий:

1. Математические основы моделирования
2. Информационные технологии принятия решений, исследование операций и задачи искусственного интеллекта
3. Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки

4. Методы математического моделирования
5. Математические модели в научных исследованиях
6. Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки. Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета во 2 семестре и кандидатского экзамена в 3 семестре.

Вопросы зачета

1. Классификация математических моделей. Модели динамики и статики. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами. Модели детерминированные и стохастические. Модели стационарные, квазистационарные и нестационарные. Модели непрерывные и дискретные. Примеры моделей.
2. Три подхода к разработке математических моделей: теоретический, эмпирический и комбинированный. Примеры разработки математических моделей с помощью этих подходов, их достоинства и недостатки.
3. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Пример разработки математической модели молекулярной диффузии. Пример разработки математической модели теплопроводности (дифференциальное уравнение теплопроводности). Дифференциальное уравнение конвективного переноса тепла. Модели законов отражения и преломления.
4. Теоретический подход к разработке математических моделей. Иллюстрация теоретического подхода к разработке математических моделей. Простая модель информационной системы и ее анализ. Применение предложенной модели к конкретным информационным системам различного уровня сложности.
5. Комбинированный подход к разработке математических моделей. Структура математической модели физического процесса флотационного разделения суспензий.
6. Иллюстрация комбинированного подхода к разработке математических моделей.
7. Схематичное представление объекта и система допущений. Модульный принцип и агрегация модулей модели.
8. Математические основы моделирования. Элементы теории функций и функционального анализа. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана—Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.
9. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимум. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.
10. Теория вероятностей. Математическая статистика. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.
11. Информационные технологии принятия решений, исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Принятие решений. Общая проблема решения. Функция

- потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
12. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
13. Компьютерные технологии: численные методы, вычислительный эксперимент, алгоритмические языки. Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.
14. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
15. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.
16. Методы математического моделирования. Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей.
17. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
18. Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
19. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.
20. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.
21. Элементы теории функций и функционального анализа. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана—Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.
22. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.
23. Теория вероятностей. Математическая статистика. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.
24. Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.
25. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.
26. Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума.

Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.

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

28. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

29. Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей

30. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

31. Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

32. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.

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

Вопросы кандидатского экзамена

1. Математические основы. Элементы теории функций и функционального анализа. Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана - Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

2. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления.

3. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

4. Теория вероятностей. Математическая статистика. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость.

5. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

6. Информационные технологии. Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

7. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

8. Компьютерные технологии. Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.

9. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.
10. Методы математического моделирования. Основные принципы математического моделирования. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей
11. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
12. Математические модели в научных исследованиях. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
13. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.
14. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.
15. Математическое моделирование (основные понятия). Понятие о моделировании объектов.
16. Математическое и физическое моделирование.
17. Математическая модель. Основные определения.
18. Теоретический, эмпирический и комбинированный методы разработки ММ.
19. Достоинства и недостатки ММ как метода. Ситуации, в которых ММ является единственным методом познания (привести примеры).
20. Языки программирования, пригодные для разработки ММ.
21. Классификация математических моделей
22. Модели статики и динамики. Модели детерминированные и стохастические.
23. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами.
24. Модели стационарные, нестационарные и квазистационарные
25. Способы разработки математической модели.
26. Этапы работы над математической моделью.
27. Адекватность математической модели реальному объекту.
28. Направления развития математического моделирования
29. Направления развития математического моделирования в науке (физика, химия, биология и т.д.).
30. Направления развития математического моделирования в образовании.
31. Направления развития математического моделирования в науке и производстве.
32. Обзор типовых приемов и методов математического моделирования.
33. Методы решения уравнения с одной переменной. Этапы решения: отделение и уточнение корней. Методы уточнения корней (метод половинного деления, метод хорд, метод касательных, метод простой итерации, комбинированный метод). Алгоритмы и программы методов.
34. Условия останковки методов. Метод решения систем линейных уравнений. Алгоритмы Гаусса и итераций. Алгоритмы и программы методов.
35. Методы интерполирования функций одной и нескольких переменных. Интерполяционные формулы Лагранжа и Ньютона. Параболическое интерполирование. Алгоритмы и программы методов.
36. Методы вычисления интегралов и производных. Методы прямоугольников, хорд, Симпсона, Монте-Карло. Погрешности вычислений. Алгоритмы и программы методов.
37. Методы корреляционного и регрессионного анализа. Алгоритмы и программы методов.
38. Методы решения дифференциальных уравнений и их систем. Алгоритмы и программы методов.

39. Моделирование классических распределений вероятности. Методы стохастического моделирования. Алгоритмы и программы методов.
40. Общая классификация методов оптимизации. Методы линейного программирования. Алгоритмы и программы методов.
41. Методы нелинейного программирования. Алгоритмы и программы методов.

Типовые задания для кандидатского экзамена

1. Решение экстремальных задач в евклидовых пространствах.
2. Решение задач оптимального управления.
3. Решение типовых задач по нахождению вероятности.
4. Решение задач методом последовательного принятия решений
5. Решение дифференциальных уравнений с помощью основных численных методов
6. Проверка адекватности конкретной математической модели.

4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации

Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ОПК-1	Демонстрирует высокий уровень знаний современных методологических основ исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники, прослеживает междисциплинарные связи. В полном объеме владеет современным инструментарием и навыками исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.
	ОПК-2	Демонстрирует высокий уровень знаний теоретических основ современных информационно-коммуникационных технологий в исследовательской деятельности, прослеживает междисциплинарные связи . В полном объеме владеет культурой научного исследования в области информационно-коммуникационных технологий и математического моделирования . Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.
	ОПК-4	Демонстрирует высокий уровень знаний основных принципов и методов организационной работы исследовательского коллектива, прослеживает междисциплинарные связи. В полном объеме владеет современным инструментарием и навыками организационной работы исследовательского коллектива. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.
	ПК-2	В полном объеме владеет навыками решения задач, связанных с численными методами и комплексами программ. Демонстрирует знание и понимание основных построений алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; видов комплексов программ,

		их особенности и способы построения. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.
«не зачтено»	ОПК-1	Демонстрирует слабый уровень знаний современных методологических основ исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники. Не может выделить междисциплинарные связи. Не может продемонстрировать владение современным инструментарием и навыками исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ОПК-2	Демонстрирует слабый уровень знаний теоретических основ современных информационно-коммуникационных технологий в исследовательской деятельности. Не может выделить междисциплинарные связи. Не может продемонстрировать владение культурой научного исследования в области информационно-коммуникационных технологий и математического моделирования . Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ОПК-4	Демонстрирует слабый уровень знаний основных принципов и методов организационной работы исследовательского коллектива. Не может выделить междисциплинарные связи. Не может продемонстрировать владение современным инструментарием и навыками организационной работы исследовательского коллектива. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ПК-2	Не может продемонстрировать владение навыками решения задач, связанных с численными методами и комплексами программ. Не может продемонстрировать знание и понимание основных построений алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; видов комплексов программ, их особенности и способы построения. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.

Кандидатский экзамен

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично»	ОПК-1	Демонстрирует высокий уровень знаний теории современных методологических основах исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники. Анализирует современные методологические основы исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники, прослеживает междисциплинарные связи. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно,

		хорошим языком, аргументировано
	ОПК-2	Демонстрирует высокий уровень знаний основ современных информационно-коммуникационных технологий в исследовательской деятельности. Анализирует закономерности развития современных информационно-коммуникационных технологий, дает оценку эффективности использования математических моделей в предметной области, прослеживает междисциплинарные связи Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано
	ОПК-4	Строит ответ логично в соответствии с планом, обнаруживает глубокое знание теоретических вопросов. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы. При ответе грамотно использует научную лексику. Аспирант успешно справляется с практическим заданием.
	ПК-2	Демонстрирует высокий уровень знаний об основных построениях алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; видах комплексов программ, их особенностях и способах построения Анализирует принципы построения алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; виды комплексов программ, их особенности и способы построения; синтезировать математические модели предметной области Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано
«хорошо»	ОПК-1	Демонстрирует высокий уровень знаний теории современных методологических основах исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники Анализирует современные методологические основы исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники, прослеживает междисциплинарные связи, но допускает незначительные ошибки Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано
	ОПК-2	Демонстрирует достаточно высокий уровень знаний основ современных информационно-коммуникационных технологий в исследовательской деятельности. Анализирует закономерности развития современных информационно-коммуникационных технологий, дает оценку эффективности использования математических моделей в предметной области, прослеживает междисциплинарные связи, но прослеживаются некоторые неточности Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений
	ОПК-4	Строит ответ достаточно логично в соответствии с планом, обнаруживает хорошее знание теоретических вопросов. Уверенно отвечает на дополнительные вопросы, но прослеживаются некоторые неточности. Аспирант хорошо справляется с практическим заданием.

	ПК-2	<p>Демонстрирует хороший уровень знаний об основных построениях алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; видах комплексов программ, их особенностях и способах построения</p> <p>Анализирует принципы построения алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; виды комплексов программ, их особенности и способы построения; синтезировать математические модели предметной области, но прослеживаются некоторые неточности</p>
«удовлетворительно»	ОПК-1	<p>Демонстрирует недостаточно высокий уровень знаний теории современных методологических основах исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники</p> <p>С трудом анализирует современные методологические основы исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники, прослеживает междисциплинарные связи, но допускает незначительные ошибки</p> <p>Ответ не всегда логично выстроен, материал излагается без применения научной терминологии</p>
	ОПК-2	<p>Демонстрирует слабый уровень знаний основ современных информационно-коммуникационных технологий в исследовательской деятельности.</p> <p>Практически не анализирует закономерности развития современных информационно-коммуникационных технологий, дает оценку эффективности использования математических моделей в предметной области, прослеживает междисциплинарные связи, но прослеживаются некоторые неточности</p> <p>Вопросы, задаваемые преподавателем, вызывают существенные затруднения</p>
	ОПК-4	<p>Строит ответ поверхностно, не всегда логично, обнаруживает поверхностное знание теоретических вопросов. Неуверенно отвечает на дополнительные вопросы.</p>
	ПК-2	<p>Демонстрирует поверхностный уровень знаний об основных построениях алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; видах комплексов программ, их особенностях и способах построения</p> <p>С трудом анализирует принципы построения алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; виды комплексов программ, их особенности и способы построения; синтезировать математические модели предметной области, прослеживаются некоторые неточности</p>
«неудовлетворительно»	ОПК-1	<p>Демонстрирует низкий уровень знаний теории современных методологических основах исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники</p> <p>Не может анализировать современные методологические основы исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники, прослеживает междисциплинарные связи, но допускает незначительные</p>

		ошибки В ответе отсутствует логика, материал излагается без применения научной терминологии Не может привести примеры из реальной практики Не может выделить междисциплинарные связи Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ОПК-2	Демонстрирует низкий уровень знаний основ современных информационно-коммуникационных технологий в исследовательской деятельности. Не может проанализировать закономерности развития современных информационно-коммуникационных технологий, дает оценку эффективности использования математических моделей в предметной области, прослеживает междисциплинарные связи, но прослеживаются некоторые неточности Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом
	ОПК-4	Строит ответ поверхностно, не логично, обнаруживает поверхностное знание теоретических вопросов. Не отвечает на дополнительные вопросы.
	ПК-2	Демонстрирует низкий уровень знаний об основных построениях алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; видах комплексов программ, их особенностях и способах построения С трудом анализирует принципы построения алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; виды комплексов программ, их особенности и способы построения; синтезировать математические модели предметной области, прослеживаются некоторые неточности

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

5.1 Основная литература

- Осипова Н.В. Математическое моделирование объектов и систем управления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Осипова Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Издательский Дом МИСиС, 2019.— 67 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/98193.html>
- Данилов А.М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Данилов А.М., Гарькина И.А., Домке Э.Р.— Электрон. текстовые данные.— Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2011.— 296 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23100.html>.
- Жумагулов Б.Т. Основы математического и компьютерного моделирования естественно-физических процессов [Электронный ресурс]: учебник/ Жумагулов Б.Т., Абдибеков У.С., Исахов А.А.— Электрон. текстовые данные.— Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2014.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/93588.html>.
- Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 241 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12282.html>.

5. Буйначев С.К. Применение численных методов в математическом моделировании [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Буйначев С.К.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 72 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66195.html>

6. 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. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450218>.

5.2 Дополнительная литература

1. 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. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451288>

2. Минаев Е.Н. Математическое моделирование в технической физике [Электронный ресурс]: учебник/ Минаев Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2019.— 267 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/99261.html>

3. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для вузов / В. Е. Зализняк. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 356 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02714-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449891>.

4. Ивашкин, Ю.А. Мультиагентное моделирование в имитационной системе Simplex3 : учебное пособие / Ю.А. Ивашкин. — 2-е изд., электрон. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 361 с. : ил.,табл., схем. — (Учебник для высшей школы). — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=595424>

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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

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

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

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Электронная информационно-образовательная среда

<http://moodle.tsutmb.ru>

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

Лицензионное программное обеспечение:

Операционная система Microsoft Windows 10 Home x64

Autodesk AutoCAD 2019

Autodesk Fusion360 2019

Autodesk Maya 2019
 Adobe Photoshop CS3
 Microsoft Office Профессиональный плюс 2007
 Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499
 Node 1 year Educational Renewal Licence

Информационные справочные системы и профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий):

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>
2. Электронная библиотека ТГУ – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - URL: <http://www.biblioclub.ru>
4. ЭБС «IPRbooks» - URL: <http://www.iprbookshop.ru>
5. ЭБС «Юрайт»: (ВО и СПО), включая коллекцию «Легендарные книги» - URL: www.urait.ru
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - URL: <http://elibrary.ru>
7. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» - URL: <https://нэб.рф>
8. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина - URL: <http://www.prilib.ru>
9. БД издательства SpringerNature
 - URL: <https://link.springer.com/>
 - URL: <https://materials.springer.com/>
 - URL: <https://zbmath.org/>
 - URL: <https://goo.gl/PdhJdo> - БД Nano
10. БД ScienceDirect - URL: <https://www.sciencedirect.com/>
11. БД Scopus - URL: <http://www.scopus.com>
12. БД Web of Science
 - URL: [WOS GeneralSearch input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved](http://WOS.GeneralSearch.input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved)
13. Архив научных журналов зарубежных издательств URL: <https://arch.neicon.ru>
14. Словари ABBYY Lingvo x3 Европейская версия – установлены стационарно на ПК ТГУ