

УТВЕРЖДАЮ:



Декан факультета
прикладной математики и кибернетики

А.М. Горцев

2016 г.

Рабочая программа дисциплины

**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И
КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ (МОДУЛЬ)»**

основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению
09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация: **Исследователь. Преподаватель - исследователь**

Рабочая программа разработана в соответствии с:

- самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом Национального исследовательского Томского государственного университета по направлению подготовки **09.06.01 Информатика и вычислительная техника:** (уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации) (утв. Ученым советом НИ ТГУ, протокол № 5 от 25.05.2016 г.);
- основной образовательной программой по направлению подготовки **09.06.01 Информатика и вычислительная техника:** (в ред. 2016 г., по решению Ученого Совета от 29.06.2016, протокол № 6);
- учебным планом по направлению подготовки **09.06.01 Информатика и вычислительная техника:** (утв. Ученым советом НИ ТГУ, протокол № 6 от 29.06.2016 г.).

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании учебно-методической комиссии факультета прикладной математики и кибернетики, протокол № 1 от «19» 09 2016 года.

Авторы-разработчики:

1. Моисеева С.П. – доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры теории вероятностей и математической статистики НИ ТГУ.

Рецензент (ы):

Профессор, ТГУ, доктор техн. наук Назаров А.А.

Согласовано:

Руководитель ООП по направлению **09.06.01 Информатика и вычислительная техника,** доктор физ.-мат. наук, доцент Моисеева С.П.

1. Код и наименование дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)» Б1.В.ДВ.1

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры. В структуре ООП направления 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника» дисциплина относится к вариативной части и является дисциплиной по выбору в соответствии с направленностью подготовки.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения – 2-й семестр 1-го года обучения, 1-2 семестры 2 года обучения.

4. Входные требования для освоения дисциплины: дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)» базируется на систематических знаниях по фундаментальным разделам дифференциального и интегрального исчисления, углубленными знаниями по теории вероятностей и случайных процессов, математической статистики; навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, использования ресурсов Интернет.

5. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов, из которых 24 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем, 104 часов составляет самостоятельная работа обучающегося, 36 часов - контроль.

6. Формат обучения: Виды занятий - лекции.
Форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен.

7. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-3 способностью разрабатывать новые математические модели объектов и явлений, развивать аналитические и приближенные методы их исследования, выполнять реализацию эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ.	Знать: <ul style="list-style-type: none">• методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы, вариационные принципы построения математических моделей;• численные методы решения систем дифференциальных уравнений, численное дифференцирование и интегрирование, вычислительные методы линейной алгебры;• основные понятия теории случайных процессов, теории проверки статистических гипотез, многомерного статистического анализа;• определение и общую классификацию видов информационных технологий;• модели, методы и средства сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров;• программно-технические средства реализации современных офисных технологий, стандарты пользовательских интерфейсов.

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач; • применять на практике базовые профессиональные навыки; • использовать специализированные знания в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ для научно-исследовательской работы. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • информацией по данной дисциплине на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения.
--	--

8. Содержание и структура дисциплины

8.1. Содержание дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<p>Основные принципы математического моделирования. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.</p>	<p>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. Математические модели в научных исследованиях. 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. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов. 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. Принятие решений. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.</p>
<p>2. Теория вероятностей. Математическая статистика.</p>	<p>Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теорий случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического</p>

	анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.
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.

8.2. Структура учебных видов деятельности дисциплины

Наименование разделов и тем	Итого (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа (час.)
		Вид учебных занятий лекции	Вид учебных занятий практика	Вид учебных занятий лабораторные	
Основные принципы математического моделирования. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.	36	8			28
Теория вероятностей. Математическая статистика.	36	8			28
Численные методы.	36	8			28
Экзамен	36				36
Всего	144	24			120

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

Учебные и методические пособия

1. Панюков, А.В. Математическое моделирование экономических процессов : [учебное пособие для студентов экономических и математических специальностей, преподавателей вузов] / А.В. Панюков. Москва : Ленанд , 2015. - 191 с.
2. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : [учебное пособие] /Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова ; под ред. Б. П. Демидовича. -Санкт-Петербург [и др.] : Лань , 2016. - 400 с.
3. Калиткин, Н.Н. Численные методы : [учебное пособие для студентов университетов и высших технических учебных заведений] /Н. Н. Калиткин ; под ред. А. А. Самарского. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург , 2014. - 586 с.
4. Колдаев, В.Д. Структуры и алгоритмы обработки данных : учебное пособие / В. Д. Колдаев. - Москва : РИОР [и др.] , 2014. - 295 с.

10. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств

10.1. Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен.

Формой контроля является сдача теоретического материала в виде ответа на контрольные вопросы с выставлением оценки «зачтено» или «не зачтено». Итоговым контролем является сдача кандидатского экзамена.

10.2. Фонд оценочных средств

Контрольные вопросы и задачи для письменного текущего контроля:

- Решение систем дифференциальных уравнений в системе Maple.
- Методы численного решения линейных уравнений и систем.
- Функциональный анализ. Теорема о замкнутых шарах. Метод сжатых отображений.
- Информация и ее измерение. Энтропия. Методы оптимального кодирования.
- Методы численного решения нелинейных уравнений и систем.
- Метрические пространства. Полнота метрических пространств.
- Принцип сжимающих отображений и его применения.
- Применение метода сжатых отображений в теории дифференциальных и интегральных сравнений.
- Теория автоматов. Языки и грамматика. Понятие автомата. Способы задания автомата.
- Методы численного интегрирования.
- Сравнительный обзор современных Операционных Систем и Оболочек.
- Методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
- Экстремальные задачи. Основная задача линейного программирования.
- Решение дифференциальных уравнений в системе Maple.
- Методы численного решения уравнений в частных производных.
- Экстремальные задачи. Экстремум функции двух независимых переменных. Условный экстремум.
- Архитектурные особенности организации ЭВМ различных классов.
- Программы ЭВМ численного решения линейных уравнений и систем.
- Экстремальные задачи. Функционал. Вариация функционала. Экстремум функционала.
- Трансляторы. Лексический и синтаксический анализ. Распределение памяти. Генерация кода.
- Программы ЭВМ численного решения нелинейных уравнений и систем.
- Уравнения в частных производных. Основные модели на их основе.
- Современные вычислительные архитектуры. Параллельные системы. Многомашинные и многопроцессорные ВС.
- Программы ЭВМ численного интегрирования.
- Функция комплексного переменного. Производная. Конформное отображение. Интеграл.
- Исследование функций. Дифференцирование и интегрирование в системе Maple.
- Программы ЭВМ численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
- Операционное исчисление. Изображение. Оригинал. Применение к решению ДУ и ИУ.
- Организация безопасности в ЛВС. Классификация информации. Штат по защите. Системная политика безопасности.
- Программы ЭВМ численного интегрирования.
- Основы теории систем автоматического регулирования, Анализ и синтез САР.
- Базы данных. Методы хранения, организация и доступ к данным. Абстрактные типы данных. Объектные типы данных. Модели данных: иерархическая, сетевая, реляционная.
- Решение задач моделирования методами систем компьютерной математики.
- Методы обработки результатов эксперимента.
- Базы данных и СУБД. Таблицы, индексы, методы передачи данных. OLE. Целостность данных. Ограничение целостности. Понятие транзакции, отката.

- Компьютерная оптимизация смоделированных процессов.
- Пуассоновский поток событий, его описание, условия, при которых он возникает. Предельная теорема о сходимости суммы независимых ординарных потоков событий к пуассоновскому потоку.
- Рекуррентные потоки событий. Функции Пальма. Просеивание потоков.
- Марковские системы массового обслуживания. Граф состояний системы. Методы расчета финальных вероятностей СМО по графу переходов. СМО $M/M/1/0$, $M/M/1/\infty$, $M/M/\infty/0$, $M/M/\infty/\infty$.
- Расчет характеристик СМО при рекуррентном обслуживании. Метод вложенных цепей Маркова. Метод интегральных уравнений.
- Расчет характеристик СМО при рекуррентном входящем потоке. Метод Климова.
- Приоритетные СМО. Абсолютные и относительные приоритеты.
- Управляемые СМО с динамическими приоритетами и с формированием очередей. Прямой метод. Метод динамического программирования.
- Асимптотические методы исследования управляемых СМО.
- Адаптивные СМО. Методы построения и расчета адаптивных СМО.
- Свойства решений линейных дифференциальных уравнений. Переходная и передаточная матрица.
- Критерии устойчивости. Уравнения Ляпунова.
- Управляемость и наблюдаемость. Критерии. Каноническая форма Калмана.
- Решение задачи аналитического конструирования регуляторов (метод Летова, метод Красовского, модальное управление).
- Дискретные во времени линейные системы управления. Критерии устойчивости. Решение задачи аналитического конструирования регуляторов. Дискретное уравнение Риккати.
- Стохастические системы. Фильтр Калмана. Теорема делимости.
- Адаптивное и робастное управление.

10.3. Паспорт оценочных средств

Компетенции, формируемые в результате обучения дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (модуль)», при текущем контроле проверяются **все сразу** на основе материала изучаемых в течение семестра тем.

10.4. Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Отлично	<p>Демонстрация высокого уровня знаний методов построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы, принципов построения математических моделей; численных методов решения систем дифференциальных уравнений, вычислительных методов линейной алгебры; основ теории случайных процессов, теории проверки статистических гипотез, многомерного статистического анализа; определение и общую классификацию видов информационных технологий; моделей, методов и средств сбора, хранения, коммуникации и обработки информации с использованием компьютеров; программно-технические средства реализации современных офисных технологий, стандарты пользовательских интерфейсов.</p> <p>Умение использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач, применять на практике</p>

	<p>базовые профессиональные навыки, использовать специализированные знания в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ для научно-исследовательской работы.</p> <p>Владение информацией по данной дисциплине на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения.</p>
Хорошо	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач, применять на практике базовые профессиональные навыки, использовать специализированные знания в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ для научно-исследовательской работы.</p>
Удовлетворительно	<p>Частичное, фрагментарное владение базовыми знаниями для решения профессиональных задач, применять на практике базовые профессиональные навыки, использовать специализированные знания в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ для научно-исследовательской работы.</p>
Неудовлетворительно	<p>Существенные пробелы по отдельным теоретическим разделам специальной дисциплины и демонстрирует низкий уровень владения базовыми знаниями для решения профессиональных задач, применять на практике базовые профессиональные навыки, использовать специализированные знания в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ для научно-исследовательской работы.</p>

11. Ресурсыное обеспечение:

Список основной литературы:

1. Панюков, А.В. Математическое моделирование экономических процессов : [учебное пособие для студентов экономических и математических специальностей, преподавателей вузов] / А.В. Панюков. Москва : Ленанд , 2015. - 191 с.
2. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : [учебное пособие] /Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова ; под ред. Б. П. Демидовича. -Санкт-Петербург [и др.] : Лань , 2016. - 400 с.
3. Калиткин, Н.Н. Численные методы : [учебное пособие для студентов университетов и высших технических учебных заведений] /Н. Н. Калиткин ; под ред. А. А. Самарского. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург , 2014. - 586 с.
4. Колдаев, В.Д. Структуры и алгоритмы обработки данных : учебное пособие / В. Д. Колдаев. - Москва : РИОР [и др.] , 2014. - 295 с.

Список дополнительной литературы:

1. Теория вероятностей и случайных процессов : учебное пособие [Электронный ресурс] / А.А. Назаров, А.Ф. Терпугов ; Том. гос. ун-т. - Томск : НТЛ, 2010. -199 с.
2. <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000398228>
3. Грекова, Т.И. Численные методы : вычисление интегралов, нелинейные уравнения, вычисление собственных чисел и собственных векторов матриц, системы линейных алгебраических уравнений : учебное пособие /Т. И. Грекова ; Том. гос. ун-т, ФПМК. - Томск : ТГУ , 2009. - 122 с.

4. Смагин, В.И. Численные методы. Аппроксимация, дифференцирование и интегрирование : учебное пособие /В. И. Смагин, Г. Н. Решетникова ; ТГУ, Фак. прикл. математики и кибернетики. - Томск : [ТГУ], 2008. - 181 с.
5. Вержбицкий, В.М. Основы численных методов : [учебник для студентов вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Прикладная математика"] /В.М. Вержбицкий. - Москва : Высшая школа , 2009. – 847 с.
6. Вентцель, Е.С. Исследование операций: задачи, принципы. методологии /Е. С. Вентцель. - М. : Наука. Физматлит , 1980. - 206 с.
7. Тихонов, А.Н. Методы решения некорректных задач /А. Н. Тихонов, В. Я. Арсенин. - М. : Наука , 197. - 222 с.
8. Чуликов, А.И. Математические методы нелинейной динамики /А. И. Чуличков. - М. : Физматлит , 2000. – 294 с.
9. Назаров, А.А. Метод асимптотического анализа в теории массового обслуживания /А. А. Назаров, С. П. Моисеева ; Том. гос. ун-т, Филиал Кем. гос. ун-та в г. Анжеро-Судженске. - Томск : Изд-во НТЛ , 2006. - 109 с. : Физматлит , 2004. - 400 с.

Список электронных ресурсов:

1. Теория случайных процессов Электронный ресурс : учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / Назаров А. А., Терпугов А. Ф., Цой С. А. ; Том. гос. ун-т, Ин-т дистанционного образования
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000243745>.
2. Теория случайных процессов Электронный ресурс : учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / Назаров А. А., Терпугов А. Ф., Цой С. А. ; Том. гос. ун-т, Ин-т дистанционного образования Томск : ИДО ТГУ , 2007
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000243884>
3. Степанов, В.И. Экономико-математическое моделирование : [учебное пособие] [Электронный ресурс] /В. И. Степанов, А. Ф. Терпугов. - Москва : Академия, 2009. - 111 с.: ил.
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000369174>
4. Электронный учебный курс "Численные методы и математическое моделирование" [Электронный ресурс] / А.А. Жуков. - Современное образование: практико-ориентированные технологии подготовки инженерных кадров : материалы международной научно-методической конференции, 29-30 января 2015 года, Россия, Томск Томск, 2015 - С. 228-229
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000549576>
5. <http://www.lib.tsu.ru/> – Научная библиотека ТГУ.
6. <http://www.diss.rsl.ru/> – Электронная библиотека диссертаций РГБ.
7. <http://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека.

Описание материально-технической базы.

При освоении дисциплины используются компьютерные классы Финф ТГУ с доступом к ресурсам Научной библиотеки ТГУ, в том числе отечественным и зарубежным периодическим изданиям и Интернету; пакеты прикладных программ для компьютерных вычислений Microsoft Excel, MathCAD.

12. Язык преподавания. Русский.

13. Преподаватели:

Моисеева Светлана Петровна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теории вероятностей и математической статистики ТГУ, доцент.