

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Национальный исследовательский Томский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета
прикладной математики и кибернетики

А.М. Горцев

21 сентября 2014 г.



Рабочая программа дисциплины

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

по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Форма обучения

Очная (Заочная)

Квалификация (степень) выпускника

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Направленность подготовки:

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

(05.13.18)

Статус дисциплины: Блок 1 «Образовательные дисциплины»

Вариативная часть.

Дисциплина по выбору

Программа одобрена на заседании учебно-методической
комиссии факультета прикладной математики и кибернетики
Томского государственного университета
от «22» сентября 2014 года, протокол № 46

г. Томск – 2014

Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов к основной образовательной программе высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению **09.06.01 «Информатика и вычислительная техника»**.

Авторы-разработчики:

1. Назаров А.А. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теории вероятностей и математической статистики.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели дисциплины: формирование у аспирантов представления о функциональном анализе, исследовании операций и задачах искусственного интеллекта, теории вероятностей и математической статистики, методах и основных принципах математического моделирования, численных методах, принципах проведения вычислительного эксперимента решений, языках программирования высокого уровня и пакетов прикладных программ.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» входит в блок Б.1 «Дисциплины (модули)» и относится к дисциплинам по выбору вариативной части.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

3.1 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения образовательной программы выпускник должен обладать:

профессиональными компетенциями:

- способностью применять и разрабатывать методы и средства системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации применительно к сложным системам, с целью повышения эффективности функционирования объектов исследования (ПК-1);
- способностью выполнять теоретические исследования процессов создания, накопления и обработки информации, включая анализ и создание моделей данных и знаний, языков их описания и манипулирования, разработку новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных (ПК-2);
- 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 для проведения вычислительного эксперимента (ПК-3);
- способностью разрабатывать методы проектирования анализа алгоритмов, программ, языков программирования, исследовать и создавать методы анализа, оценки качества, стандартизации и сопровождения программных систем (ПК-4).

3.2 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- 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.

Уметь:

- 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.

Владеть:

- информацией по данной дисциплине на уровне умения вести дискуссию и отстаивать собственную точку зрения.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
				Лекции	Лаб. раб.	Практика	Сам. работа	Всего	
1	Основные принципы математического моделирования	1	8-16	18			18	36	.
	ВСЕГО за 1 семестр			18			18	36	Зачет
2	Теория вероятностей. Математическая статистика	2	1-9	8			28	36	
	ВСЕГО за 2 семестр			8			28	36	Зачет
3	Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.	3	1-9	18			18	36	
	ВСЕГО за 3 семестр			18			18	36	Зачет
4	Численные методы.	4	1-9				36	36	
	ВСЕГО за 4 семестр						36	36	Кандидатский экзамен
	Всего по дисциплине			44			100	144	

1. 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. 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.

2. 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.

3. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. 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.

4. 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.

5. Образовательные технологии

В ходе преподавания дисциплины используются следующие образовательные технологии: лекции; самостоятельная работа студентов; а также активные и интерактивные формы занятий: проблемная лекция; лекция-визуализация; лекция с разбором конкретной ситуации.

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

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

- 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 разделимости.
- Адаптивное и робастное управление.

7. Учебно-методическое, материально-техническое и информационное обеспечение

а) основная литература:

1. Боровков А.А. Теория вероятностей. М.: Наука. 1984.
2. Боровков А.А.. Математическая статистика. М.: Наука. 1984.
3. В.В. Лебедев. Математическое моделирование социально-экономических процессов. М.: ИЗОГРАФ. 1997, – 224с.
4. Васильев Ф.П.. Численные методы решения экстремальных задач. М.:Наука. 1981.
5. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. -М.: Высшая школа, 2009. 840 с.
6. Калиткин Н.Н.. Численные методы. М.:Наука. 1978.
7. Колмогоров А.Н., Фомин С.В.. Функциональный анализ. М.: Наука, 1984.
8. Математическое моделирование. – Под ред. А.Н. Тихонова, В.А. Садовниченко и др. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993.
9. Назаров А.А., Терпугов А.Ф. Теория вероятностей и случайных процессов: Учебное пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2010.
10. Петров А.А.Поспелов., И.Г., Шананин А.А.. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоатомиздат. 1996. – 544с.
11. Пытьев Ю.П.Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2002. – 354с.
12. Самарский А.А. Введение в численные методы. М.: Наука, 1982.
13. Самарский А.А., Михайлов А.П.. Математическое моделирование. М.:ФИЗМАТЛИТ. 1997. – 316 с.
14. Формалев В.Д., Ревизников Д.Л. Численные методы. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 400 с.

б) дополнительная литература:

1. Боровков А.А. Асимптотические методы в теории массового обслуживания. – М.: Наука, 1980. – 381 с.
2. Бочаров П.П., Печинкин А.В. Теория массового обслуживания. – М.: Изд-во РУДН, 1995. – 529 с.
3. Вентцель Е.С.. Исследование операций. М.: Советское радио, 1972.
4. Гнеденко Б.В. Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. 4-е изд. – М.: изд-во ЛКИ, 2007. – 400 с.
5. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей: учебник. 6-е изд. – М.: Наука, 1988. – 448 с.
6. Грекова Т.И. Численные методы. Часть 2. Учебное пособие. Томск: Изд-во ТГУ, 2010.
7. Демьянов В.Ф., Малоземов В.Н.. Введение в минимакс. М.: Наука. 1972.
8. Домбровский В.В., Смагин В.И. Интерполирование. Учебно-методическое пособие. Томск: Изд-во ТГУ, 2006.
9. Дудин А.Н., Клименок В.И. Системы массового обслуживания с коррелированными потоками. – Мн.: БГУ, 2000. – 175 с.
10. Краснощеков П.С., Петров А.А., Принципы построения моделей. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984.

11. Назаров А.А., Моисеева С.П. Метод асимптотического анализа в теории массового обслуживания. – Томск: изд-во НТЛ, 2006. – 112 с.
12. Назаров А.А., Терпугов А.Ф. Теория вероятностей и случайных процессов: учебное пособие. – Томск: изд. НТЛ, 2006. – 204 с.
13. Назаров А.А., Терпугов А.Ф. Теория массового обслуживания: учебное пособие. – Томск: изд. НТЛ, 2004. – 228 с.
14. Пытьев Ю.П. Математические методы анализа эксперимента. М.: Высшая школа, 1989.
15. Решетникова Г.Н., Смагин В.И. Вычисление интегралов. Учебно-методическое пособие. Томск: Изд-во ТГУ, 1999.
16. Смагин В.И., Решетникова Г.Н. Численные методы. Часть 1. Учебное пособие. Томск: Изд-во ТГУ, 2008.
17. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979 – 286 с.
18. Чуличков А.И. Математические модели нелинейной динамики. М.: ФИЗМАТГИЗ, 2000. – 294 с.

в) электронные ресурсы:

1. <http://www.lib.tsu.ru/> – Научная библиотека ТГУ.
2. <http://www.diss.rsl.ru/> – Электронная библиотека диссертаций РГБ.
3. <http://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В распоряжении преподавателей и обучающихся имеется основное необходимое материально-техническое оборудование, а именно: компьютеры с соответствующим компьютерным обеспечением, Интернет-ресурсы, доступ к полнотекстовым электронным базам, книжный фонд (3,8 млн. экземпляров) Научной библиотеки Томского университета. Для выполнения лабораторных работ по дисциплине используются персональные ЭВМ с процессорами Pentium 4, операционная система MS Windows XP, пакет Mathcad 14 и пакет Matlab.

Авторы:



А.А. Назаров

Рецензент:

Д.т.н., профессор



В.И. Смагин