

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной деятельности КФУ

Проф. Д.К. Нургалеев

" 12 " 2014 г.



Программа дисциплины

Б1.В.ОД.7 Дискретная математика и математическая кибернетика

Направление подготовки: 01.06.01 Математика и механика

Направленность (профиль) подготовки:

01.01.09 Дискретная математика и математическая кибернетика

Квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Казань
2014

Аннотация

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина ставит своей целью углубленное изучение аспирантами важнейших разделов дискретной математики и ее применения в математической кибернетике. В процессе обучения прививаются навыки свободного обращения с такими дискретными объектами как функции алгебры логики, автоматные функции, машины Тьюринга, рекурсивные функции, графы и вырабатывается представление о проблематике теории кодирования, синтеза управляющих систем. Большое внимание уделяется построению алгоритмов для решения задач дискретной математики. Это способствует более глубокому пониманию проблематики теории алгоритмов, ее возможностей и трудностей, помогает строить алгоритмы для решения дискретных задач

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Дискретная математика и математическая кибернетика» относится к разделу «Обязательные дисциплины» образовательной составляющей образовательной программы послевузовского профессионального образования по специальности научных работников 01.01.09 Дискретная математика и математическая кибернетика. Курс по дисциплине читается на 3 курсе в 5 семестре.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания и умения, полученные при изучении дисциплин как «Дискретная математика», «Алгебра и Геометрия», «Математическая логика». А также опыт научно-исследовательской деятельности аспирантов, и знания о методах получения современного научного знания.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) в соответствии с ФГОС ВО программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Знать: основную проблематику актуальных исследований в области дискретной математики, основные алгоритмы исследовательского поиска, перспективы применения основных алгоритмов дискретной математики.

Уметь: ориентироваться в задачах дискретной математики и математической кибернетики.

Владеть: навыками свободного обращения с такими дискретными объектами как функции алгебры логики, автоматные функции, машины Тьюринга, рекурсивные функции, графы и выработать представление о проблематике теории кодирования, синтеза управляющих систем

Демонстрировать способность и готовность: применять полученные знания на практике

В результате освоения дисциплины формируются компетенции:

Профессиональные:

- способность к организации и проведению научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, в том числе руководству научно-исследовательской работой студентов (ПК-1).

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 часов: из них 36 лекции, 72 самостоятельная работа аспирантов. Итоговая форма контроля – кандидатский экзамен по специальности.

№	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		Форма аттестации
				лекции	самостоят.	
1.	Введение. Предмет и задачи курса.	5	1	3	8	
2.	Алгебра логики	5	2-3	5	8	
3.	Ограниченно-детерминированные (автоматные) функции	5	4-5	5	8	
4.	Вычислимые функции	5	5-6	5	8	
5.	Графы	5	6-9	5	8	
6.	Коды	5	10-12	5	8	
7.	Дизъюнктивные нормальные формы	5	12-15	4	12	
8.	Схемы из функциональных элементов.	5	16-18	4	12	
	Итого			36	108	Кандидатский экзамен

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение.

Предмет и задачи курса.

Тема 2. Алгебра логики

Функции алгебры логики. Формулы. Реализация функций формулами, эквивалентность формул. Свойства элементарных функций. Принцип двойственности. Разложение функций алгебры логики по переменным. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма. Полнота и замкнутость, примеры полных систем. Важнейшие замкнутые классы, теорема о полноте.

Тема 3. Ограниченно-детерминированные (автоматные) функции.

Операции над ограниченно-детерминированными функциями. Диаграммы переходов. Канонические уравнения. Примеры полных систем. Пример универсальной ограниченно-детерминированной функции. Проблема распознавания полноты систем ограниченно-детерминированных функций.

Тема 3. Вычислимые функции.

Машины Тьюринга. Операции над машинами Тьюринга. Вычислимые функции. Операции суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации. Рекурсивные функции,

их связь с классом вычислимых функций. Тезис Тьюринга.

Тема 3. Графы.

Основные понятия теории графов. Типы и способы задания графов. Изоморфизм, связность. Деревья и их свойства. Корневые деревья и оценка их числа. Геометрическая реализация графов. Формула Эйлера. Понятие о теореме Понтрягина-Куратовского. Оценки числа графов.

Тема 4. Коды.

Проблематика теории кодирования. Алфавитное кодирование. Критерий однозначности декодирования. Помехоустойчивое кодирование. Коды Хэмминга. Коды с минимальной избыточностью.

Тема 5. Дизъюнктивные нормальные формы.

Проблема построения минимальных дизъюнктивных нормальных форм и подходы к ее решению.

Тема 6. Схемы из функциональных элементов

Схемы из функциональных элементов в базисе: конъюнкция, дизъюнкция, отрицание. Примеры построения схем из функциональных элементов. Двоичный сумматор. Задача построения минимальных схем из функциональных элементов и подходы к ее решению. Функция Шеннона. Порядок функции Шеннона

5. Образовательные технологии

В преподавании используются методические пособия, программные комплексы. В преподавании курса используются активные и интерактивные технологии проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой.

6. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа аспирантов включает следующие виды работ: решение задач, подготовка рефератов, выступления с докладами по реферату.

7. Фонд оценочных средств

7.1. Регламент дисциплины

Оценочные средства текущего контроля – устные вопросы, письменная работа, собеседование, тесты

«Отлично» - Сформированные систематические представления об основных проблемах и методах решений и специфике дискретной математики и математической кибернетики.

«Хорошо» - Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных проблемах и методах решений. Сформированные, но содержащие отдельные представления о дискретной математике и математической кибернетике.

«Удовлетворительно» - Неполные представления об основных проблемах и методах решений. Неполные представления о дискретной математике и математической кибернетике.

«Неудовлетворительно» - Фрагментарные представления об основных проблемах и методах решений. Фрагментарные представления о дискретной математике и математической кибернетике.

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Темы рефератов первой части курса:

1. Алгебра логики. Функции алгебры логики.
2. Формулы. Реализация функций формулами, эквивалентность формул.
3. Свойства элементарных функций. Принцип двойственности.
4. Разложение функций алгебры логики по переменным.
5. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма.
6. Полнота и замкнутость, примеры полных систем. Важнейшие замкнутые классы, теорема о полноте.
7. Ограниченно-детерминированные (автоматные) функции. Операции над ограниченно-детерминированными функциями.
8. Диаграммы переходов. Канонические уравнения.
9. Примеры полных систем. Пример универсальной ограниченно-детерминированной функции.
10. Проблема распознавания полноты систем ограниченно-детерминированных функций.
11. Машины Тьюринга. Операции над машинами Тьюринга.
12. Вычислимые функции. Операции суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации
13. Рекурсивные функции, их связь с классом вычислимых функций. Тезис Тьюринга.

Темы рефератов второго раздела курса:

1. Графы. Основные понятия теории графов. Типы и способы задания графов. Изоморфизм. Связность.
2. Деревья и их свойства. Корневые деревья и оценка их числа. Геометрическая реализация графов.
3. Формула Эйлера. Понятие о теореме Понтрягина-Куратовского. Оценки числа графов.
4. Коды. Проблематика теории кодирования. Алфавитное кодирование. Критерий однозначности декодирования.
5. Помехоустойчивое кодирование. Коды Хэмминга.
6. Коды с минимальной избыточностью.
7. Проблема построения минимальных дизъюнктивных нормальных форм и подходы к ее решению.
8. Схемы из функциональных элементов в базисе: конъюнкция, дизъюнкция, отрицание. Примеры построения схем из функциональных элементов. Двоичный сумматор.
9. Задача построения минимальных схем из функциональных элементов и подходы к ее решению.
10. Функция Шеннона. Порядок функции Шеннона.

7.3. Вопросы к экзамену

1. Проблема полноты. Теорема о полноте систем функций двузначной логики.
2. Алгоритм распознавания полноты систем функций k -значной логики.
3. Вычислимые функции. Эквивалентность класса рекурсивных функций и класса функций, вычислимых на машинах Тьюринга.
4. Алгоритмическая неразрешимость проблемы эквивалентности слов в ассоциативных исчислениях.
5. Графы и сети. Оценки числа графов и сетей различных типов.
6. Плоские и планарные графы. Формула Эйлера для плоских графов. Необходимые условия планарности в теореме Понтрягина-Куратовского (без доказательства)

достаточности).

7. Алфавитное кодирование. Критерии однозначности декодирования. Неравенство Крафта-Макмиллана.
8. Оптимальное кодирование. Построение кодов с минимальной избыточностью.
9. Самокорректирующиеся коды. Граница упаковки. Коды Хемминга, исправляющие единичную ошибку.
10. Конечные поля и их основные свойства.
11. Коды Боуза—Чоудхури—Хоквингема.
12. Проблема минимизации булевых функций. Дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ). Постановка задачи в геометрической форме.
13. Локальные алгоритмы построения ДНФ. Построение ДНФ T («сумма тупиковых») с помощью локального алгоритма.
14. Невозможность построения ДНФ M («сумма минимальных») в классе локальных алгоритмов.

7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
ПК-1	способность к организации и проведению научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, в том числе руководству научно-исследовательской работой студентов	Аспирант способен к организации и проведению научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, в том числе руководству научно-исследовательской работой студентов	устные вопросы, письменная работа, собеседование.

8. Методические указания для обучающихся при освоении дисциплины

В процессе обучения аспирантов по дисциплине основными формами обучения являются: аудиторные занятия и самостоятельная работа. Тематика лекций соответствует содержанию программы дисциплины.

Для успешного освоения дисциплины каждый аспирант должен быть обеспечен учебно-методическими материалами по предмету (тематическими планами, учебно-методической литературой), а также возможностью отработки пропущенных занятий.

Обязательным условием освоения дисциплины является самостоятельная работа аспиранта. Кроме того, каждый аспирант должен подготовить реферат по двум темам. Подобная форма обучения развивает навыки поиска научной литературы, ее анализа, составления резюме прочитанного текста, подготовки тезисов устного выступления с последующими ответами на вопросы аудитории, приемов аргументации защищаемых гипотез, т.е. ведения научно-исследовательской работы и ее защиты в рамках профессиональных дискуссий. Аналогичные цели должны преследоваться и при

ориентации студентов на самостоятельный поиск новых материалов по текущим разделам и чтение дополнительной литературы.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

9.1 Основная литература

1. Васильев, А. В. Задачи по дискретной математике для контрольных и самостоятельных работ, Булевы функции / [А. В. Васильев, Н. К. Замов, П. В. Пшеничный]. - Казань: Изд-во Казанского государственного университета, 2012. - 57 с. URL: http://kpfu.ru/docs/F1292703854/Chast1_2012.pdf
2. Асанов М.О., Баранский В.А., Расин В.В. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. - СПб.:Лань, 2010. - 368 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=536
3. Мальцев И.А. Дискретная математика. -СПб.:Лань, 2011. - 304 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=638
4. Мальцев, И. А. Дискретная математика: учебное пособие / И. А. Мальцев. - Изд. 2-е, испр.. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011. - 290 с.

9.2 Дополнительная литература:

1. Амбарцумов, Л. Г. Дискретная математика, Множества. Отображения. Отношения: учебное пособие / Л. Г. Амбарцумов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Казан. нац. исслед. техн. ун-т им. А. Н. Туполева - КАИ". - Казань: [Изд-во Казанского государственного технического университета], 2013. - 114 с.
2. Новиков, Ф. А. Дискретная математика для программистов: Учеб. пособие / Ф.А.Новиков. - 2-е изд.. - СПб. и др.: Питер, 2004. - 363 с.
3. Альпин, Ю. А. Дискретная математика: графы и автоматы: учеб. пособие / Ю.А. Альпин, С.Н. Ильин; Казан. гос. ун-т. - Казань: [Казан. гос. ун-т], 2007. - 77 с.
4. Дискретная математика: графы и автоматы: учеб. пособие / Ю.А. Альпин, С.Н. Ильин; Казан. гос. ун-т. - Казань, 2007. - URL:<http://libweb.ksu.ru/ebooks/publicat/0-761515.pdf>.
5. Дискретная математика: Учебное пособие / В.В. Куликов. - М.: РИОР, 2007. - 174 с. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=126799>
6. Шевелев Ю.П. Дискретная математика. - СПб.:Лань, 2008. - 592 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=437

9.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- <http://www.allmath.com/> - Портал математических интернет-ресурсов
- <http://www.math.ru/> - Портал математических интернет-ресурсов
- <http://en.edu.ru/> - Портал образовательных ресурсов по естественно-научным дисциплинам
- <http://algotlist.manual.ru/> - Портал ресурсов по математике, алгоритмике и ИТ
- <http://www.exponenta.ru/> - Сайт с учебными материалами по математическим дисциплинам.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лекции по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом (маркером).

- Электронная библиотечная система «znanium.com»
- Электронная библиотечная издательства «Лань»

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО аспирантуры и с учётом рекомендаций по направлению подготовки.

Автор: к.ф.-м.н., доцент Нурмеев Н.Н.

Рецензенты: к.ф.-м.н., доцент Кугураков В.С.

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии Института ВМ и ИТ КФУ от 11 сентября 2014 г. протокол № 1.