МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра компьютерной безопасности и математических методов обработки информации

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета

_____ Нестеров П.Н.

20 июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Дискретные функции

Направление подготовки (специальности)
10.04.01 Информационная безопасность

Направленность (профиль)
«Управление информационной безопасностью»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 14 апреля 2023 г., протокол № 8

Программа одобрена НМК
математического факультета
протокол № 9 от 3 мая 2023 г.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина "Дискретные функции" обеспечивает приобретение фундаментальных знаний, умений и навыков в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению "10.04.01-Информационная безопасность" (уровень магистратура), содействует фундаментализации образования, развитию логического мышления и формированию математического и общенаучного мировоззрения. Целью изучения дисциплины является овладение базовыми понятиями и методами теории дискретных функций, формирование математической культуры студента, фундаментальная подготовка по основным разделам, овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении теоретических и прикладных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОП магистра

Дисциплина "Дискретные функции" относится к относится к блоку Б.1. "Часть, формируемая участниками образовательных отношений". Она играет исключительно важную роль для общематематической, общепрофессиональной и профессиональной подготовки специалиста. При ее изучении существенно используются знания, полученные при изучении математических дисциплин “Алгебра”, "Теория чисел", "Дискретная математика" и "Математическая логика и теория алгоритмов". Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины "Дискретные функции", используются обучаемыми при изучении общепрофессиональных, профессиональных и профессионально-специализированных дисциплин.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	**Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)**	**Перечень планируемых результатов обучения**
Универсальные компетенции		

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	И-УК-1.7: - знает методы и современные средства и технологии поиска информации; - знает методы и способы фильтрации, критического анализа И-УК-1.8: - умеет анализировать задачу; - умеет применять методы и современные средства поиска информации; И-УК-1.6: - владеет навыками поиска информации с использованием современных средств и технологий;	**Знать:** основные понятия, теоремы и методы теории дискретных функций - булевы функции и функции k-значной логики, полные системы булевых функций, критерии полноты Э.Поста и А.Кузнецова, NP-полные задачи из теории булевых функций, **Уметь:** устанавливать полноту системы булевых функций, используя критерий полноты Э.Поста, устанавливать NP-полноту задач из теории булевых функций, **Владеть навыками:** установления полноты систем булевых функций, используя критерий полноты Э.Поста, установления NP-полноты задач из теории булевых функций,
Профессиональные компетенции		
ПК-1. Способен разрабатывать математические модели систем обеспечения информационной безопасности, математически доказывать их соответствие выбранным политикам безопасности	И-ПК-1.7. знание основных понятий, теорем и методов теории автоматных функций И-ПК-1.8. умение доказывать теоремы из теории автоматных функций И-ПК-1.9 владение навыками построения, исследования и применения автоматных функций	**Знать:** основные понятия, теоремы и методы теории дискретных функций - детерминированные и недетерминированные автоматы без выхода, автоматные языки, детерминированные автоматы с выходом, автоматные функции, **Уметь:** устанавливать неавтоматность некоторых языков, исследовать системы автоматных функций, **Владеть навыками:** установления неавтоматности некоторых языков,

	И-ПК-2.9. знание основных понятий, теорем и методов теории примитивно рекурсивных, рекурсивных и частично рекурсивных функций, вычислимых и правильно вычислимых по Тьюрингу функций	**Знать:** основные понятия, теоремы и методы теории примитивно рекурсивных, рекурсивных и частично рекурсивных функций, вычислимых и правильно вычислимых по Тьюрингу функции,
ПК-2. Способен анализировать математические модели систем обеспечения информационной безопасности, а также проводить тестирование средств защиты информации на соответствие этим моделям	И-ПК-2.10. умение доказывать теоремы из теории примитивно рекурсивных, рекурсивных и частично рекурсивных функций, вычислимых и правильно вычислимых по Тьюрингу функций И-ПК-2.11 владение навыками построения, исследования и применения примитивно рекурсивных, рекурсивных и частично рекурсивных функций, вычислимых и правильно вычислимых по Тьюрингу функций	**Уметь:** устанавливать примитивную рекурсивность, рекурсивность и частичн ую рекурсивность арифметических функций, доказывать вычислимость и правильную вычислимость функций **Владеть навыками:** установления примитивной рекурсивности, рекурсивности и частичной рекурсивности арифметических функций, доказывать вычислимость и правильную вычислимость функций

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет _2_ зачетные единицы, _72_ акад.часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)		Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
			Контактная работа		

			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	**Введение**. Предмет курса. Принципы построения и изучения курса. Краткое содержание. Роль и место курса в формировании специалистов. Рекомендации по изучению курса, самостоятельной работе и литературе. О формах контроля и отчетности при изучении курса.	9	1					0,7	
2	**Булевы функции и функции k-значной логики.** Булевы функции и функции многозначной **(k-значной)** логики. Их представление термами и формулами над заданной системой функций. Представление булевых функций формулами алгебры высказываний и многочленами Жегалкина. Замкнутые классы функций. Критерии полноты для булевых функций и функций многозначной логики - теоремы Э. Поста и А.В.Кузнецова. Представление функций многозначной логики рядами Фурье. Методы вычисления коэффициентов Фурье. Псевдобулевы функции и их задание. Минимизация булевых функций.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
3	**NP-полнота.** NP-полнота задач для булевых функций:		2	1				2	Задания для самостоятельной (домашней) работы

	"Выполнимость", "Проблема полноты конечной системы булевых функций", "Проблема шеферовости булевой функции", "Проблема вхождения в класс S", "Проблема вхождения в класс M", "Проблема вхождения в класс L".								Устный опрос
5	**Схемы из функциональных элементов.** Двоичный одноразрядный полусумматор и сумматор. n-разрядный сумматор. Шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры и демультиплексоры.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
6	**Детерминированные автоматы без выхода**. Алфавиты и языки. Детерминированные автоматы без выхода: входной (внешний) и внутренний алфавиты, функция переходов, заключительные (допускающие, принимающие) состояния. Способы задания автоматов: табличный и диаграммой переходов. Язык, принимаемый (допускаемый, распознаваемый) детерминированным автоматом. Регулярные выражения и регулярные языки. Операции с автоматами. Теорема С.Клини.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
7	**Детерминированные автоматы с выходом**. Детерминированные автоматы с выходом: входной, выходной и внутренний алфавиты, функция переходов и		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос

	функция выходов. Способы задания автоматов: табличный и диаграммой переходов. Автоматные (ограниченно-детерминированные) функции. Автоматные базисы и проблема полноты. Ее алгоритмическая неразрешимость.								
8	**Машины Тьюринга.** Интуитивное понятие "алгоритма" и его характерные черты. Задачи, приводящие к необходимости уточнения понятия "алгоритм". Арифметизация теории алгоритмов. Представляющая функция алгоритма. Вычислимые в интуитивном смысле функции. Два подхода к уточнению понятия "алгоритм". Машины Тьюринга-Поста: внешний и внутренний алфавиты, программы и команды. Конфигурации. Композиция и ветвление машин Тьюринга. Вычислимость и правильная вычислимость функций по Тьюрингу. Принцип Тьюринга- Поста-Черча. Правильная вычислимость исходных функций и сложения		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
9	**Частично рекурсивные, рекурсивные и примитивно рекурсивные функции.** Тезис Черча. Примитивная рекурсивность теоретико-числовых функций. Операции		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос

	суммирования и мультиплицирования.								
10	**Примитивно рекурсивные и рекурсивные предикаты, отношения и множества, операции над ними.** Соотношения между классами примитивно рекурсивных, общерекурсивных и частично рекурсивных функций.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
11	**Задание функций и предикатов.** Задание функций кусочными схемами. Ограниченный оператор минимизации. Примитивная рекурсивность функций, связанных с каноническим представлением натуральных чисел и с делением с остатком.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
12	**Нумерация.** Канторовские нумерационные функции, их примитивная рекурсивность. Примитивная рекурсивность функции Геделя.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
13	**Вычислимость функций.** Правильная вычислимость по Тьюрингу любой частично рекурсивной функции.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
14	**Арифметизация теории машин Тьюринга.** Частичная рекурсивность любой вычислимой по Тьюрингу функции.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
15	**Нормальная форма Клини.** Универсальные		1	1				2	Задания для самостоятельной

	частично рекурсивные функции.								(домашней) работы Устный опрос
16	**Нумерация Клини частично рекурсивных функций.** Универсальные функции Клини. Теорема о неподвижной точке для частично рекурсивных функций.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
17	**Теорема Райса для частично рекурсивных функций.** Ее значение для компьютерной практики.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
18	**Конечные поля и многочлены над ними.** Основные свойства конечных полей. Теоремы существования и единственности. Описание подполей конечного поля. Теорема о примитивном элементе. Существование и число неприводимых многочленов заданной степени над конечным полем. Способ построения конечного поля. Описание минимального поля разложения и корней многочлена над конечным полем.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
19	**Дискретные функции над конечными полями.** Представление дискретных функций многочленами над полем. Спектральные представления дискретных функций.		2	1				1	Задания для самостоятельной (домашней) работы Устный опрос
							0,3		зачет
	Всего		**32**	**16**		**6**		**17,7**	

Содержание разделов программы дисциплины "Дискретные функции":

Введение. Предмет курса. Принципы построения и изучения курса. Краткое содержание. Роль и место курса в формировании специалистов. Рекомендации по изучению курса, самостоятельной работе и литературе. О формах контроля и отчетности при изучении курса.

Булевы функции и функции k-значной логики. Булевы функции и функции многозначной (**k**-значной**)** логики. Их представление термами и формулами над заданной системой функций. Представление булевых функций формулами алгебры высказываний и многочленами Жегалкина. Замкнутые классы функций. Критерии полноты для булевых функций и функций многозначной логики - теоремы Э. Поста и А.В.Кузнецова. Представление функций многозначной логики рядами Фурье. Методы вычисления коэффициентов Фурье. Псевдобулевы функции и их задание. Минимизация булевых функций.

NP-полнота. NP-полнота задач для булевых функций: "Выполнимость", "Проблема полноты конечной системы булевых функций", "Проблема шеферовости булевой функции", "Проблема вхождения в класс S", "Проблема вхождения в класс M", "Проблема вхождения в класс L".

Схемы из функциональных элементов. Двоичный одноразрядный полусумматор и сумматор. n-разрядный сумматор. Шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры и демультиплексоры.

Детерминированные автоматы без выхода. Алфавиты и языки. Детерминированные автоматы без выхода: входной (внешний) и внутренний алфавиты, функция переходов, заключительные (допускающие, принимающие) состояния. Способы задания автоматов: табличный и диаграммой переходов. Конфигурации. Описание работы автомата в терминах преобразования конфигураций. Язык, принимаемый (допускаемый, распознаваемый) детерминированным автоматом. Регулярные выражения и регулярные языки. Операции с автоматами. Теорема С.Клини.

Детерминированные автоматы с выходом. Детерминированные автоматы с выходом: входной, выходной и внутренний алфавиты, функция переходов и функция выходов. Способы задания автоматов: табличный и диаграммой переходов. Автоматные (ограниченно-детерминированные) функции. Автоматные базисы и проблема полноты. Ее алгоритмическая неразрешимость. Эквивалентность состояний автомата с выходом. Теорема Хаффмана - Мили.

Машины Тьюринга. Интуитивное понятие "алгоритма" и его характерные черты. Задачи, приводящие к необходимости уточнения понятия "алгоритм". Арифметизация теории алгоритмов. Представляющая функция алгоритма. Вычислимые в интуитивном смысле функции. Два подхода к уточнению понятия "алгоритм". Машины Тьюринга-Поста: внешний и внутренний алфавиты, программы и команды. Конфигурации. Композиция и ветвление машин Тьюринга. Вычислимость и правильная вычислимость функций по Тьюрингу. Принцип Тьюринга- Поста-Черча. Правильная вычислимость исходных функций и сложения.

Частично рекурсивные, рекурсивные и примитивно рекурсивные функции. Тезис Черча. Примитивная рекурсивность теоретико-числовых функций. Операции суммирования и мультиплицирования.

Примитивно рекурсивные и рекурсивные предикаты, отношения и множества, операции над ними.
Соотношения между классами примитивно рекурсивных, общерекурсивных и частично рекурсивных функций.

Задание функций и предикатов. Задание функций кусочными схемами. Ограниченный оператор минимизации. Примитивная рекурсивность функций, связанных с каноническим представлением натуральных чисел и с делением с остатком.

Нумерация. Канторовские нумерационные функции, их примитивная рекурсивность. Примитивная рекурсивность функции Геделя.

Вычислимость функций. Правильная вычислимость по Тьюрингу любой частично рекурсивной функции.

Арифметизация теории машин Тьюринга. Частичная рекурсивность любой вычислимой по Тьюрингу функции.

Нормальная форма Клини. Универсальные частично рекурсивные функции.

Нумерация Клини частично рекурсивных функций. Универсальные функции Клини. Теорема о неподвижной точке для частично рекурсивных функций.

Теорема Райса для частично рекурсивных функций. Ее значение для компьютерной практики.

Конечные поля и многочлены над ними. Основные свойства конечных полей. Теоремы существования и единственности. Описание подполей конечного поля. Теорема о примитивном элементе. Существование и число неприводимых многочленов заданной степени над конечным полем. Способ построения конечного поля. Описание минимального поля разложения и корней многочлена над конечным полем.

Дискретные функции над конечными полями. Представление дискретных функций многочленами над полем. Спектральные представления дискретных функций.

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая

структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Лекция-беседа или «диалог с аудиторией», является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения студентов в учебный процесс. Эта лекция предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

Обобщающая лекция – проводится в завершение изучения раздела или темы для закрепления знаний. На лекции вновь выделяются основные вопросы, используются обобщающие таблицы, схемы, алгоритмы, позволяющие включить усвоенные знания в новые связи и зависимости, переводя их на более высокие уровни усвоения.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

– для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office, издательская система LaTex;

- для подготовки материалов для лабораторных работ и материалов лекций - Microsoft Visual Studio 2013;

– для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Глухов, М. М. Математическая логика. Дискретные функции. Теория алгоритмов : учебное пособие / М. М. Глухов, А. Б. Шишков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1344-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168441 (дата обращения: 28.01.2022).
2. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов : учебное пособие / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-0853-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167678
3. Дурнев В.Г., Башкин М.А., Якимова О.П. Элементы дискретной математики. – Ярославль: ЯрГУ, 2007. – Часть 1. – 168 с.
4. Дурнев В.Г., Башкин М.А., Якимова О.П. Элементы дискретной математики. – Ярославль: ЯрГУ, 2007. – Часть 2. – 180 с.
5. Яблонский С. В. Введение в дискретную математику. – М.: Наука, 1986. – 384 с.
6. Гаврилов Г. П., Сапоженко А. А. Задачи и упражнения по дискретной математике. –М.: Физматлит, 2004. – 424 с.
7. Лавров И. А., Максимова Л. Л. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.

б) дополнительная литература

1. Глухов М.М., Елизаров В.П., Нечаев А.А. Алгебра. Ч. 1, П. М.: "Гелиос АРВ". 2003.
2. Погорелов Б.А., Солодовников В.И., Черемушкин А.В. Теория автоматов и ее приложения, М. 1990.
3. Яблонский С. В. Элементы математической кибернетики. – М.: Высшая школа, 2007. – 188 с.
4. Редькин Н. П. Дискретная математика. – М.: Изд-во ЦПИ при механико-математическом факультете МГУ им. М. В. Ломоносова, 2007. – 174 с.
5. Лидл Р., Нидеррайтер Г. Конечные поля. Т.1,2. М.: Мир. 1988.
6. Брауэр В. Введение в теорию конечных автоматов. М.: Мир. 1987.
7. Минский М. Вычисления и автоматы. М.: Мир. 1971.
8. Трахтенброт Б.А., Барздинь Я.М. Конечные автоматы. М.: Наука. 1970.

в) ресурсы сети «Интернет»

1.Электронные каталоги НБ ЯрГУ

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержат библиографические записи всех видов документов, составляющих фонд библиотеки, на русском и иностранных языках.

2. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню *«Электронный каталог»*; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку *«Авторизация»,* и заполнить представленные поля информации.

3.Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

4.Электронный архив ЯрГУ

(http://elar.uniyar.ac.ru/jspui/community-list) представляет собой коллекцию полнотекстовых электронных публикаций в области научных исследований. База данных предназначена для использования в учебных и научных целях, облегчая доступ к информации о научных работах и их содержанию.

Русскоязычные электронные ресурсы (внешние)

2. Научная электронная библиотека (НЭБ) (http://elibrary.ru) – это крупнейший российский информационный портал, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. **ЯрГУ выписывает в электронном виде 66 журналов,** более 2 500 наименований журналов на английском и русском языках находятся в свободном доступе. Для работы с полными текстами необходимо зарегистрироваться. Доступ к полным текстам журналов в сети университета.

3. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (http://diss.rsl.ru) содержит более 580 000 полных текстов диссертаций и авторефератов. Доступ осуществляется в сети университета. Необходимо обратиться к сотрудникам библиотеки для регистрации.

4. БД «ВИНИТИ РАН» (http://www2.viniti.ru/-) Федеральная база отечественных и зарубежных публикаций по естественным, точным и техническим наукам, генерируется с 1981 г., обновляется ежемесячно, пополнение составляет около 1 млн. документов в год. БД включает 28 тематических фрагментов, состоящих из 217 разделов. Для работы необходим логин и пароль, которые можно получить в библиотеке ЯрГУ, заполнив регистрационную форму.

Англоязычные электронные ресурсы

1. MyiLibrary (http://lib.myilibrary.com/)– электронная книжная коллекция Ingram Digital Group, включает электронные книги (более 200000) наиболее известных научных издательств. В состав ресурсов MyiLibrary входит коллекция книг **Оксфордского Российского Фонда** на английском языке.

2. Springer (http://link.springer.com/) - издает научные, технические и медицинские полнотекстовые коллекции, включая журналы, монографии, энциклопедии и справочники. Полнотекстовые журналы и книги Springer предлагаются в составе предметных коллекций (доступ предоставлен при поддержке РФФИ).

3. База данных **MathSciNet** издательства **American Mathematical Society** (http://www.ams.org/mathscinet/index.html) - база данных обзоров, рефератов, библиографической информации и цитирования (доступ предоставлен при поддержке РФФИ).

4. Архивы полнотекстовых электронных журналов **Oxford University Press** (www.oxfordjournals.org) - электронные журналы и книги в широком спектре тематик (науки о жизни, математика, информатика, законодательство, экономика, политика, медицина, общественная жизнь). Полнотекстовые журналы Oxford University Press предлагаются в составе предметных коллекций.

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитории, оборудованные для проведения лекций, практических занятий и консультаций, фонд библиотеки, компьютерная техника.

Автор(ы):

Профессор, доктор физ.-матем. наук Дурнев В.Г.

Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Дискретные функции»

Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

1.1 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

Домашние задания по теме № 2 **"Булевы функции и функции k-значной логики."**

Задания для самостоятельного решения № 1 - 36 из параграфа 2 части II сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.

Задания для самостоятельного решения № 8.1 - 8.45 из параграфа 8 главы 2 сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.

Домашние задания по теме № 3 "**NP-полнота.** "

Задания для самостоятельного решения № 16.19 - 16.26 из параграфа 16 главы 2 сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.

Домашние задания по теме № 4 "**Схемы из функциональных элементов.**"

Задания для самостоятельного решения № 13.1 - 13.17 из параграфа 13 главы 2 сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.

Домашние задания по теме № 5 "**Детерминированные автоматы без выхода**."

Задания для самостоятельного решения № 1.1 - 1.27 из параграфа 1 главы VI, № 2.1 - 2.24 из параграфа 2 главы VI сборника задач Гаврилов Г.П. Сборник задач по дискретной математике: учеб. пособие для вузов / Г.П. Гаврилов, А. А. Сапоженко. М.: Наука, 1977. 368 с.

Домашние задания по теме № 6 "**Недетерминированные автоматы без выхода**. "

Задания для самостоятельного решения № 1.1 - 1.27 из параграфа 1 главы VI, № 2.1 - 2.24 из параграфа 2 главы VI сборника задач Гаврилов Г.П. Сборник задач по дискретной математике: учеб. пособие для вузов / Г.П. Гаврилов, А. А. Сапоженко. М.: Наука, 1977. 368 с.

Домашние задания по теме № 7 "**Детерминированные автоматы с выходом**."

Задания для самостоятельного решения № 3.1 - 3.22 из параграфа 3 главы VI сборника задач Гаврилов Г.П. Сборник задач по дискретной математике: учеб. пособие для вузов / Г.П. Гаврилов, А. А. Сапоженко. М.: Наука, 1977. 368 с.

Домашние задания по теме № 8 "**Машины Тьюринга.**"

Задания для самостоятельного решения № 1 - 12 из параграфа 2 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.

Домашние задания по теме № 9 "**Частично рекурсивные, рекурсивные и примитивно рекурсивные функции."**

Задания для самостоятельного решения № 1 - 15 из параграфа 1 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.

Домашние задания по теме № 10 "**Примитивно рекурсивные и рекурсивные предикаты, отношения и множества, операции над ними."**

Задания для самостоятельного решения № 16 - 30 из параграфа 1 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.

Домашние задания по теме № 11 "**Задание функций и предикатов."**

Задания для самостоятельного решения № 31 - 44 из параграфа 1 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с

Домашние задания по теме № 12 "**Нумерация."**

Задания для самостоятельного решения № 31 - 44 из параграфа 1 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с

Домашние задания по теме № 7 "**Множества, отношения и предикаты."**

Задания для самостоятельного решения № 16 - 30 из параграфа 1 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.

Домашние задания по теме № 13 "**Машины Тьюринга."**

Задания для самостоятельного решения № 13 - 25 из параграфа 2 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.

Домашние задания по теме № 14 "**Алгоритмическая неразрешимость"**

Задания для самостоятельного решения № 1 - 48 из параграфа 3 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.

Домашние задания по теме № 15 "**Нумерация Клини частично рекурсивных функций"** и по теме № 16 "**Нумерация Поста рекурсивно перечислимых множеств.** "

Задания для самостоятельного решения № 1 - 43 из параграфа 4 части III сборника задач Лавров И.А. Задачи по теории множеств, математической логики и теории алгоритмов / И.А. Лавров, Л.Л. Максимова. М.: Наука. 1984. 287 с.

Домашние задания по теме № 18 "**Конечные поля и многочлены над ними."**

Задания для самостоятельного решения № 1 - 17 из параграфа 5 глава XXII учебника Глухов М.М. Алгебра. Учебник. В 2-х т. Т. II. / М.М. Глухов, В.П. Елизаров, А.А. Нечаев. М.: Гелиос АРВ. 2003. 416 с.

Домашние задания по теме № 19 **"Дискретные функции над конечными полями."**

Задания для самостоятельного решения № 1 - 76 из параграфа 13 глава XXV учебника Глухов М.М. Алгебра. Учебник. В 2-х т. Т. II. / М.М. Глухов, В.П. Елизаров, А.А. Нечаев. М.: Гелиос АРВ. 2003. 416 с.

Задания для самостоятельного решения № 10.1 - 10.21 из параграфа 10 главы 2 сборника задач Глухов М.М. Задачи и упражнения по математической логике, дискретным функциям и теории алгоритмов: учеб. пособие для вузов / М. М. Глухов, О. А. Козлитин, В. А. Шапошников, А. Б. Шишков. СПб., Лань, 2008, 111 с.

Рекомендуемый перечень тем контрольных работ

Булевы функции и функции k-значной логики. **NP-полнота.**
Детерминированные и недетерминированные автоматы без выхода.
Детерминированные автоматы с выходом.
Конечные поля и многочлены над ними.
Линейные рекуррентные последовательности.

Примеры (образцы) заданий для контрольных работ

Контрольная работа № 1

1. Методом неопределенных коэффициентов найти полином Жегалкина функции $f(\tilde{x}^3) = (10001110)$.
2. Найти все полные подсистемы системы $\{f_1, f_2, f_3, f_4, f_5\}$ булевых функций, где

$$f_1 = xyz \vee \bar{x}y\bar{z} \vee \bar{y}x\bar{z} \vee \bar{x}z\bar{y}, \quad f_2 = x(y \vee zv) \vee \bar{x}y(z \vee v),$$

$$f_3 = (x \to y)(y \to z)(z \to x) + 1, \quad f_4 = \bar{x}(\bar{y} \vee \bar{z}) \vee \bar{y}x\bar{z}, \quad f_5 = 1.$$

3. Найти число функций $f(x, y, z)$ из множества $(T_0 \bigcup S) \setminus L$, существенно зависящих от всех переменных.

4. При каких натуральных k и m система

$$\{\min(x, y), x + m(\mathrm{mod}\, k)\}$$

полна в P_k ?

Темы рефератов

1. Задачи, приводящие к построению и исследованию булевых функций.
2. Полные системы булевых функций. Теорема Э.Поста о функциональной полноте.
3. NP-полнота и co-NP-полнота некоторых проблем для булевых функций.

4. Псевдобулевы функции, коэффициенты Фурье. Разложения по ортогональным системам.
5. Схемы из функциональных элементов. Двоичный сумматор.
6. Функции k-значной логики. Теорема А.В. Кузнецова о функциональной полноте.
7. Детерминированные и недетерминированные автоматы без выхода и принимаемые (распознаваемые) ими языки.
8. Эквивалентность недетерминированных и детерминированных автоматов.
9. Регулярные выражения и регулярные языки. Теорема С. Клини.
10. Автоматы с выходом и автоматные функции. n-местные автоматные функции. Суперпозиция автоматных функций.
11. Проблема полноты для автоматных функций.
12. Теоретико-автоматные модели шифраторов.

1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету
по дисциплине "Дискретные функции":

Булевы функции и функции k-значной логики. Булевы функции и функции многозначной (**k**-значной**)** логики. Их представление термами и формулами над заданной системой функций. Представление булевых функций формулами алгебры высказываний и многочленами Жегалкина. Замкнутые классы функций. Критерии полноты для булевых функций и функций многозначной логики - теоремы Э. Поста и А.В.Кузнецова. Представление функций многозначной логики рядами Фурье. Методы вычисления коэффициентов Фурье. Псевдобулевы функции и их задание. Минимизация булевых функций.

NP-полнота. NP-полнота задач для булевых функций: "Выполнимость", "Проблема полноты конечной системы булевых функций", "Проблема шеферовости булевой функции", "Проблема вхождения в класс S", "Проблема вхождения в класс M", "Проблема вхождения в класс L".

Схемы из функциональных элементов. Двоичный одноразрядный полусумматор и сумматор. n-разрядный сумматор. Шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры и демультиплексоры.

Детерминированные автоматы без выхода. Алфавиты и языки. Детерминированные автоматы без выхода: входной (внешний) и внутренний алфавиты, функция переходов, заключительные (допускающие, принимающие) состояния. Способы задания автоматов: табличный и диаграммой переходов. Конфигурации. Описание работы автомата в терминах преобразования конфигураций. Язык, принимаемый (допускаемый, распознаваемый) детерминированным автоматом. Регулярные выражения и регулярные языки. Операции с автоматами. Теорема С.Клини.

Детерминированные автоматы с выходом. Детерминированные автоматы с выходом: входной, выходной и внутренний алфавиты, функция переходов и функция выходов. Способы задания автоматов: табличный и диаграммой переходов. Автоматные (ограниченно-детерминированные) функции. Автоматные базисы и проблема полноты. Ее

алгоритмическая неразрешимость. Эквивалентность состояний автомата с выходом. Теорема Хаффмана - Мили.

Машины Тьюринга. Интуитивное понятие "алгоритма" и его характерные черты. Задачи, приводящие к необходимости уточнения понятия "алгоритм". Арифметизация теории алгоритмов. Представляющая функция алгоритма. Вычислимые в интуитивном смысле функции. Два подхода к уточнению понятия "алгоритм". Машины Тьюринга-Поста: внешний и внутренний алфавиты, программы и команды. Конфигурации. Композиция и ветвление машин Тьюринга. Вычислимость и правильная вычислимость функций по Тьюрингу. Принцип Тьюринга- Поста-Черча. Правильная вычислимость исходных функций и сложения.

Частично рекурсивные, рекурсивные и примитивно рекурсивные функции. Тезис Черча. Примитивная рекурсивность теоретико-числовых функций. Операции суммирования и мультиплицирования.

Примитивно рекурсивные и рекурсивные предикаты, отношения и множества, операции над ними.
Соотношения между классами примитивно рекурсивных, общерекурсивных и частично рекурсивных функций.

Задание функций и предикатов. Задание функций кусочными схемами. Ограниченный оператор минимизации. Примитивная рекурсивность функций, связанных с каноническим представлением натуральных чисел и с делением с остатком.

Нумерация. Канторовские нумерационные функции, их примитивная рекурсивность. Примитивная рекурсивность функции Геделя.

Вычислимость функций. Правильная вычислимость по Тьюрингу любой частично рекурсивной функции.

Арифметизация теории машин Тьюринга. Частичная рекурсивность любой вычислимой по Тьюрингу функции.

Нормальная форма Клини. Универсальные частично рекурсивные функции.

Нумерация Клини частично рекурсивных функций. Универсальные функции Клини. Теорема о неподвижной точке для частично рекурсивных функций.

Теорема Райса для частично рекурсивных функций. Ее значение для компьютерной практики.

Конечные поля и многочлены над ними. Основные свойства конечных полей. Теоремы существования и единственности. Описание подполей конечного поля. Теорема о примитивном элементе. Существование и число неприводимых многочленов заданной степени над конечным полем. Способ построения конечного поля. Описание минимального поля разложения и корней многочлена над конечным полем.

Дискретные функции над конечными полями. Представление дискретных функций многочленами над полем. Спектральные представления дискретных функций.

Булевы функции и функции k-значной логики. Булевы функции и функции многозначной (**k**-значной**)** логики. Их представление термами и формулами над заданной системой функций. Представление булевых функций формулами алгебры высказываний и многочленами Жегалкина. Замкнутые классы функций. Критерии полноты для булевых функций и функций многозначной логики - теоремы Э. Поста и А.В.Кузнецова. Представление функций многозначной логики рядами Фурье. Методы вычисления коэффициентов Фурье. Псевдобулевы функции и их задание. Минимизация булевых функций.

NP-полнота. NP-полнота задач для булевых функций: "Выполнимость", "Проблема полноты конечной системы булевых функций", "Проблема шеферовости булевой функции", "Проблема вхождения в класс S", "Проблема вхождения в класс M", "Проблема вхождения в класс L".

Схемы из функциональных элементов. Двоичный одноразрядный полусумматор и сумматор. n-разрядный сумматор. Шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры и демультиплексоры.

Детерминированные автоматы без выхода. Алфавиты и языки. Детерминированные автоматы без выхода: входной (внешний) и внутренний алфавиты, функция переходов, заключительные (допускающие, принимающие) состояния. Способы задания автоматов: табличный и диаграммой переходов. Конфигурации. Описание работы автомата в терминах преобразования конфигураций. Язык, принимаемый (допускаемый, распознаваемый) детерминированным автоматом. Регулярные выражения и регулярные языки. Операции с автоматами. Теорема С.Клини.

Детерминированные автоматы с выходом. Детерминированные автоматы с выходом: входной, выходной и внутренний алфавиты, функция переходов и функция выходов. Способы задания автоматов: табличный и диаграммой переходов. Автоматные (ограниченно-детерминированные) функции. Автоматные базисы и проблема полноты. Ее алгоритмическая неразрешимость. Эквивалентность состояний автомата с выходом. Теорема Хаффмана - Мили.

Машины Тьюринга. Интуитивное понятие "алгоритма" и его характерные черты. Задачи, приводящие к необходимости уточнения понятия "алгоритм". Арифметизация теории алгоритмов. Представляющая функция алгоритма. Вычислимые в интуитивном смысле функции. Два подхода к уточнению понятия "алгоритм". Машины Тьюринга-Поста: внешний и внутренний алфавиты, программы и команды. Конфигурации. Композиция и ветвление машин Тьюринга. Вычислимость и правильная вычислимость функций по Тьюрингу. Принцип Тьюринга- Поста-Черча. Правильная вычислимость исходных функций и сложения.

Частично рекурсивные, рекурсивные и примитивно рекурсивные функции.
Тезис Черча. Примитивная рекурсивность теоретико-числовых функций. Операции суммирования и мультиплицирования.

Примитивно рекурсивные и рекурсивные предикаты, отношения и множества, операции над ними.
Соотношения между классами примитивно рекурсивных, общерекурсивных и частично рекурсивных функций.

Задание функций и предикатов. Задание функций кусочными схемами. Ограниченный оператор минимизации. Примитивная рекурсивность функций, связанных с каноническим представлением натуральных чисел и с делением с остатком.

Нумерация. Канторовские нумерационные функции, их примитивная рекурсивность. Примитивная рекурсивность функции Геделя.

Вычислимость функций. Правильная вычислимость по Тьюрингу любой частично рекурсивной функции.

Арифметизация теории машин Тьюринга. Частичная рекурсивность любой вычислимой по Тьюрингу функции.

Нормальная форма Клини. Универсальные частично рекурсивные функции.

Нумерация Клини частично рекурсивных функций. Универсальные функции Клини. Теорема о неподвижной точке для частично рекурсивных функций.

Теорема Райса для частично рекурсивных функций. Ее значение для компьютерной практики.

Конечные поля и многочлены над ними. Основные свойства конечных полей. Теоремы существования и единственности. Описание подполей конечного поля. Теорема о примитивном элементе. Существование и число неприводимых многочленов заданной степени над конечным полем. Способ построения конечного поля. Описание минимального поля разложения и корней многочлена над конечным полем.

Дискретные функции над конечными полями. Представление дискретных функций многочленами над полем. Спектральные представления дискретных функций.

Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов по дисциплине "Дискретные функции"

Булевы функции и функции k-значной логики. Булевы функции и функции многозначной (**k**-значной**)** логики. Их представление термами и формулами над заданной системой функций. Представление булевых функций формулами алгебры высказываний и многочленами Жегалкина. Замкнутые классы функций. Критерии полноты для булевых функций и функций многозначной логики - теоремы Э. Поста и А.В.Кузнецова. Представление функций многозначной логики рядами Фурье. Методы вычисления коэффициентов Фурье. Псевдобулевы функции и их задание. Минимизация булевых функций.

NP-полнота. NP-полнота задач для булевых функций: "Выполнимость", "Проблема полноты конечной системы булевых функций", "Проблема шеферовости булевой функции", "Проблема вхождения в класс S", "Проблема вхождения в класс M", "Проблема вхождения в класс L".

Схемы из функциональных элементов. Двоичный одноразрядный полусумматор и сумматор. n-разрядный сумматор. Шифраторы и дешифраторы, мультиплексоры и демультиплексоры.

Детерминированные автоматы без выхода. Алфавиты и языки. Детерминированные автоматы без выхода: входной (внешний) и внутренний алфавиты, функция переходов, заключительные (допускающие, принимающие) состояния. Способы задания автоматов: табличный и диаграммой переходов. Конфигурации. Описание работы автомата в терминах преобразования конфигураций. Язык, принимаемый (допускаемый, распознаваемый) детерминированным автоматом. Регулярные выражения и регулярные языки. Операции с автоматами. Теорема С.Клини.

Детерминированные автоматы с выходом. Детерминированные автоматы с выходом: входной, выходной и внутренний алфавиты, функция переходов и функция выходов. Способы задания автоматов: табличный и диаграммой переходов. Автоматные (ограниченно-детерминированные) функции. Автоматные базисы и проблема полноты. Ее алгоритмическая неразрешимость. Эквивалентность состояний автомата с выходом. Теорема Хаффмана - Мили.

Машины Тьюринга. Интуитивное понятие "алгоритма" и его характерные черты. Задачи, приводящие к необходимости уточнения понятия "алгоритм". Арифметизация теории алгоритмов. Представляющая функция алгоритма. Вычислимые в интуитивном смысле функции. Два подхода к уточнению понятия "алгоритм". Машины Тьюринга-Поста: внешний и внутренний алфавиты, программы и команды. Конфигурации. Композиция и ветвление машин Тьюринга. Вычислимость и правильная вычислимость функций по Тьюрингу. Принцип Тьюринга- Поста-Черча. Правильная вычислимость исходных функций и сложения.

Частично рекурсивные, рекурсивные и примитивно рекурсивные функции.
Тезис Черча. Примитивная рекурсивность теоретико-числовых функций. Операции суммирования и мультиплицирования.

Примитивно рекурсивные и рекурсивные предикаты, отношения и множества, операции над ними.
Соотношения между классами примитивно рекурсивных, общерекурсивных и частично рекурсивных функций.

Задание функций и предикатов. Задание функций кусочными схемами. Ограниченный оператор минимизации. Примитивная рекурсивность функций, связанных с каноническим представлением натуральных чисел и с делением с остатком.

Нумерация. Канторовские нумерационные функции, их примитивная рекурсивность. Примитивная рекурсивность функции Геделя.

Вычислимость функций. Правильная вычислимость по Тьюрингу любой частично рекурсивной функции.

Арифметизация теории машин Тьюринга. Частичная рекурсивность любой вычислимой по Тьюрингу функции.

Нормальная форма Клини. Универсальные частично рекурсивные функции.

Нумерация Клини частично рекурсивных функций. Универсальные функции Клини. Теорема о неподвижной точке для частично рекурсивных функций.

Теорема Райса для частично рекурсивных функций. Ее значение для компьютерной практики.

Конечные поля и многочлены над ними. Основные свойства конечных полей. Теоремы существования и единственности. Описание подполей конечного поля. Теорема о примитивном элементе. Существование и число неприводимых многочленов заданной степени над конечным полем. Способ построения конечного поля. Описание минимального поля разложения и корней многочлена над конечным полем.

Дискретные функции над конечными полями. Представление дискретных функций многочленами над полем. Спектральные представления дискретных функций.

2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

2.1 Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

Пороговый уровень - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

Продвинутый уровень - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

Высокий уровень - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

2.2 Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компе-тенции	Форма контроля	Этапы форми-рования (№ темы (раздела)	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Универсальные компетенции						
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Зачет	2-4	И-УК-1.7: - знает методы и современные средства и технологии поиска информации; - знает методы и способы фильтрации, критического анализа И-УК-1.8: - умеет анализировать задачу; - умеет применять методы и современные средства поиска информации; И-УК-1.6: - владеет навыками поиска информации с использованием современных средств и технологий;	**Знает:** основные понятия, теоремы и методы теории дискретных функций - булевы функции и функции k-значной логики, полные системы булевых функций, критерии полноты Э.Поста и А.Кузнецова, NP-полные задачи из теории булевых функций,	**Знает:** основные понятия, теоремы и методы теории дискретных функций - булевы функции и функции k-значной логики, полные системы булевых функций, критерии полноты Э.Поста и А.Кузнецова, NP-полные задачи из теории булевых функций, **Умеет:** устанавливать полноту системы булевых функций, используя критерий полноты Э.Поста, устанавливать NP-полноту задач из теории булевых функций,	**Знает:** основные понятия, теоремы и методы теории дискретных функций - булевы функции и функции k-значной логики, полные системы булевых функций, критерии полноты Э.Поста и А.Кузнецова, NP-полные задачи из теории булевых функций, **Умеет:** устанавливать полноту системы булевых функций, используя критерий полноты Э.Поста, устанавливать NP-полноту задач из теории булевых функций, **Владеет навыками:** установления полноты систем булевых функций, используя критерий полноты Э.Поста, установления NP-полноты задач из теории булевых функций,

Профессиональные компетенции						
ПК-1. Спопособен разрабатывать математические модели систем обеспечения информационной безопасности, математически доказывать их соответствие выбранным политикам безопасности	Зачет	5 –7	И-ПК-1.7. знание основных понятий, теорем и методов теории автоматных функций И-ПК-1.8. умение доказывать теоремы из теории автоматных функций И-ПК-1.9 владение навыками построения, исследования и применения автоматных функций	**Знает:** основные понятия, теоремы и методы теории дискретных функций - детерминированные и недетерминированные автоматы без выхода, автоматные языки, детерминированные автоматы с выходом, автоматные функции,	**Знаеет:** основные понятия, теоремы и методы теории дискретных функций - детерминированные и недетерминированные автоматы без выхода, автоматные языки, детерминированные автоматы с выходом, автоматные функции, **Умеет:** устанавливать неавтоматность некоторых языков, исследовать системы автоматных функций,	**Знает:** основные понятия, теоремы и методы теории дискретных функций - детерминированные и недетерминированные автоматы без выхода, автоматные языки, детерминированные автоматы с выходом, автоматные функции, **Умеет:** устанавливать неавтоматность некоторых языков, исследовать системы автоматных функций, **Владеет навыками:** установления неавтоматности некоторых языков
ПК-2. Способен анализировать математические модели систем	Зачет	8-17	И-ПК-2.9. знание основных понятий, теорем и методов теории примитивно рекурсивных, рекурсивных и частично рекурсивных функций, вычислимых и правильно вычислимых по	**Знает:** основные понятия, теоремы и методы теории примитивно рекурсивных, рекурсивных и частично рекурсивных функций, вычислимых и правильно вычислимых по Тьюрингу функции,	**Знает:** основные понятия, теоремы и методы теории примитивно рекурсивных, рекурсивных и частично рекурсивных функций, вычислимых и правильно вычислимых по Тьюрингу функции, **Умеет:** устанавливать примитивную рекурсивность, рекурсивность и	**Знает:** основные понятия, теоремы и методы теории примитивно рекурсивных, рекурсивных и частично рекурсивных функций, вычислимых и правильно вычислимых по Тьюрингу функции, **Умеет:** устанавливать примитивную рекурсивность, рекурсивность и

обеспечения информационной безопасности, а также проводить тестирование средств защиты информации на соответствие этим моделям			Тьюрингу функций И-ПК-2.10. умение доказывать теоремы из теории примитивно рекурсивных, рекурсивных и частично рекурсивных функций, вычислимых и правильно вычислимых по Тьюрингу функций И-ПК-2.11 владение навыками построения, исследования и применения примитивно рекурсивных, рекурсивных и частично рекурсивных функций, вычислимых и правильно вычислимых по Тьюрингу		частичн ую рекурсивность арифметических функций, доказывать вычислимость и правильную вычислимость функций	частичн ую рекурсивность арифметических функций, доказывать вычислимость и правильную вычислимость функций **Владеет навыками:** установления примитивной рекурсивности, рекурсивности и частичной рекурсивности арифметических функций, доказывать вычислимость и правильную вычислимость функций

3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;

- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

3.2 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины
«Дискретные функции»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине "Дискретная математика" являются лекции, что связано, прежде всего, с очень высоким уровнем абстрактности изучаемых в математической логике понятий, ее глубокими и прочными связями с основаниями математики и с ее философскими вопросами. По большинству тем предусмотрены практические занятия, целью которых является закрепление лекционного материала путем решения специальным образом подобранных задач и упражнений.

Для успешного освоения дисциплины важно самостоятельное решение достаточно большого набора хорошо подобранных задач, как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы дискретной математики. Для решения задач необходимо не только знать, но и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярная работа с конспектами лекций и рекомендованной литературой.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач. Причем особое внимание уделяется активизации самостоятельной работы студентов над задачами: выдача обучаемым для самостоятельной работы текущих домашних заданий, частичный разбор их решений на практических занятиях и постоянный контроль их выполнения.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы с основными понятиями дискретной математики в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде устного опроса на практических занятиях и контрольных работ в 4м и 5-ом семестре. Также проводятся консультации (при необходимости) по лекционному материалу и разбору некоторых заданий для самостоятельной работы.

В конце каждого семестра изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса. Билеты формируются на основании списка вопросов к экзамену, который охватывает полностью всю программу дисциплины. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебную литературу (п.7 программы).

Для углубленного изучения отдельных тем рекомендуется обращаться к следующей литературе:

1. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. Санкт-Петербург: Питер. 2001.

2. Сачков В.Н. Введение в комбинаторные методы дискретной математики. М.: Наука. 1982.
3. Глухов М.М., Елизаров В.П., Нечаев А.А. Алгебра. Ч. 1, П. М.: "Гелиос АРВ". 2003.
4. Погорелов Б.А., Солодовников В.И., Черемушкин А.В. Теория автоматов и ее приложения, М. 1990.
5. Лупанов О. Б. Асимптотические оценки сложности управляющих систем. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 138 с.
6. Яблонский С. В. Элементы математической кибернетики. – М.: Высшая школа, 2007. – 188 с.
7. Редькин Н. П. Дискретная математика. – М.: Изд-во ЦПИ при механико-математическом факультете МГУ им. М. В. Ломоносова, 2007. – 174 с.
8. Лидл Р., Нидеррайтер Г. Конечные поля. Т.1,2. М.: Мир. 1988.
9. Брауэр В. Введение в теорию конечных автоматов. М.: Мир. 1987.
10. Минский М. Вычисления и автоматы. М.: Мир. 1971.
11. Трахтенброт Б.А., Барздинь Я.М. Конечные автоматы. М.: Наука. 1970.
12. Липский В.В. Комбинаторика для программистов. М.: Мир. 1973.
13. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. – М.: МЦНМО, 1999. – 960 с.
14. Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. – М.: Мир, 1985. – 512 с.