

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра математического обеспечения вычислительных систем**

Авторы-составители: **Городилов Алексей Юрьевич  
Данилова Екатерина Юрьевна**

Рабочая программа дисциплины  
**ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА**  
Код УМК 93611

Утверждено  
Протокол №1  
от «04» сентября 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Дискретная математика

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.02** Прикладная математика и информатика  
направленность Программа широкого профиля

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Дискретная математика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.03.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Программа широкого профиля)

**ОПК.1** Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

#### **Индикаторы**

**ОПК.1.1** Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук

**ОПК.1.2** Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты

**ОПК.1.3** Использует практический опыт решения стандартных математических задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.03.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	3,4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	5
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	180
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	70
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	42
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	110
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (4)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Зачет (3 триместр) Экзамен (4 триместр)

## 5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

### Дискретная математика [ИТ]. Первый триместр

#### Введение. Множества и отношения

Задание множеств. Мощность множества. Операции над множествами. Представление множеств в программах.

Прямое произведение множеств. Бинарные отношения. Свойства отношений. Представление отношений в программах. Замыкание отношений. Функциональные отношения. Отношения эквивалентности. Фактормножества. Отношения порядка.

#### Раздел 1. Элементы комбинаторики

##### Комбинаторные принципы и операции

Основные комбинаторные принципы: принцип сложения, принцип умножения, принцип дополнения. Повторные выборки. Основные комбинаторные операции: выборки с возвращением и без возвращения элементов, с упорядочением и без упорядочения элементов, сочетания и размещения, числа сочетаний и размещений. Перестановки, разбиения.

Принцип включения-исключения, диаграммы Эйлера.

##### Бином, полиномиальная формула

Бином Ньютона, биномиальные коэффициенты, их основные свойства. Треугольник Паскаля. Полиномиальная формула, полиномиальные коэффициенты, их свойства.

#### Раздел 2. Булевы функции и логика предикатов

##### Элементарные булевы функции

Элементарные булевы функции, способы задания булевых функций. Суперпозиция булевых функций. Теорема о количестве булевых функций. Основные тождества. Существенные и фиктивные переменные.

##### Стандартные формы представления булевых функций

Элементарные булевы функции, способы задания булевых функций. Суперпозиция булевых функций. Теорема о количестве булевых функций. Основные тождества. Существенные и фиктивные переменные. Разложение булевых функций в полиномы Жегалкина. Разложение по переменной и по набору переменных. Совершенные дизъюнктивные и совершенные конъюнктивные нормальные формы (СДНФ и СКНФ). Карты Карно. Минимизация дизъюнктивных и конъюнктивных нормальных форм с помощью карт Карно и с помощью тождественных преобразований.

##### Замкнутые классы и полные системы

Замкнутые классы булевых функций. Класс функций, сохраняющих 0, сохраняющих 1, самодвойственных функций. Сравнимость и предшествование наборов. Класс монотонных функций. Линейный полином Жегалкина, класс линейных функций. Леммы о функциях, не принадлежащих замкнутому классу. Замыкание. Полная система. Теорема о двух системах. Примеры полных систем булевых функций. Критерий Поста функциональной полноты, алгоритм проверки системы на полноту. Базис, алгоритм проверки системы на базис, примеры базисов.

##### Логика предикатов

Исчисление высказываний. Связь исчисления высказываний с теорией булевых функций. Предикаты. Операции над предикатами. Предикатные формулы, основные тождества. Метод резолюций.

##### Схемы из функциональных элементов

Универсальные методы синтеза схем из функциональных элементов (СФЭ), сложность получаемых

схем, синтез двоичного сумматора.

### **Итоговая контрольная работа**

Контрольное мероприятие состоит из 2х частей: практической и теоретической. В теоретической части необходимо дать определения заданным терминам. Практическая часть представляет собой тест смешанного типа (несколько простых задач, в которых необходимо выбрать один ответ из предложенных либо записать короткий ответ).

## **Дискретная математика [ИТ]. Второй триместр**

### **Раздел 3. Теория графов**

#### **Основные понятия теории графов**

Основные определения, понятия, обозначения теории графов: смежность вершин, инцидентность вершин и ребер, степень вершины. Изолированные и концевые вершины, концевые ребра. Основные способы задания графов: матрицы смежности и инцидентностей, их свойства. Связь степеней вершин и количества ребер в графе, теорема «о рукопожатиях». Цепь, цикл, простая цепь, простой цикл. Расстояние между вершинами. Удаленность (эксцентриситет) вершины, радиус, диаметр, центр графа.

#### **Типы графов. Операции над графами**

Основные операции над графами: добавление и удаление вершины, добавление и удаление ребра, отождествление вершин, подразбиение ребра, стягивание ребра. Основные типы графов: нулевой, полный, двудольный, связный, дополнительный граф. Критерий двудольности графа. Подграф. Компонента связности. Мост, точка сочленения. Неравенство для числа ребер, числа вершин и количества компонент связности.

#### **Обходы графов. Деревья**

Эйлерова цепь, эйлеров цикл, критерии их существования, алгоритм Флери. Гамильтонова цепь, гамильтонов цикл, достаточное условие их существования. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Определение и свойства деревьев. Корневое дерево. Задание дерева двоичным кодом, свойства двоичного кода. Нахождение центра, радиуса и диаметра дерева. Остовное дерево графа.

#### **Экстремальные задачи теории графов**

Задача коммивояжера, «жадный алгоритм». Задача о минимальном остовном дереве, алгоритмы Прима (растущее дерево) и Краскала (растущий лес). Задача о кратчайшем пути, алгоритм Дейкстры. Транзитивное замыкание. Алгоритм Флойда.

#### **Изоморфизм графов, планарные графы**

Отображение, сохраняющее смежность. Изоморфизм, гомеоморфизм, методы установления изоморфизма или неизоморфизма. Плоская укладка, планарность графов, необходимые условия планарности, критерий Понтрягина-Куратовского. Формула Эйлера.

#### **Раскраски графов**

Правильная вершинная и реберная раскраска графов, хроматическое число, его свойства (хроматическое число полного, двудольного графов, дерева). Верхняя оценка для хроматического числа графа. Теорема о пяти красках. Теорема о четырех красках. «Жадный» алгоритм правильной раскраски. Хроматический многочлен, его свойства. Связь хроматического числа и хроматического многочлена.

#### **Ориентированные графы. Сети**

Ориентированные графы, способы их задания. Полустепени исхода и входа, источники и стоки.

Топологическая сортировка, установление полного (линейного) порядка на множестве с заданным частичным порядком, алгоритм Демукрона. Сетевые графики, задача оптимального планирования комплекса взаимосвязанных работ. Длительность сетевого графика, критические работы. Сети, потоки в сетях. Задача о нахождении максимального потока. Примеры практических задач, приводящих к задачам на графах.

### **Индивидуальное задание**

В результате студент должен создать компьютерную программу, решающую одну из задач на графах, а также отчет по ней. Выполнение задания позволит закрепить знания по теории графов

## **Раздел 4. Введение в теорию автоматов**

### **Способы задания автоматов, типы автоматов**

Неформальное понятие автомата, схема абстрактного конечного автомата, принципы его функционирования. Понятие детерминированного автомата. Функции выходов и переходов. Формальное определение конечного детерминированного автомата (автомата Мили). Способы задания автоматов: набором правил, таблицей и диаграммой Мура. Автоматы-распознаватели и автоматы-преобразователи, автоматы Мура, автоматы-генераторы.

### **Регулярные языки. Анализ и синтез автоматов-распознавателей**

Слова и языки, операции над ними: сложение, умножение, итерация, дополнение. Регулярные выражения и регулярные языки, теорема Клини. Задача анализа автомата-распознавателя, алгоритм для решения задачи анализа, представление распознаваемого языка в виде регулярного выражения. Задача синтеза автомата-распознавателя по заданному регулярному выражению, недетерминированные двухполюсные источники, замкнутые множества состояний источника, преобразование источника в автомат. Эквивалентные автоматы, эквивалентные состояния автомата, задача минимизации автоматов-распознавателей и автоматов-преобразователей, алгоритм Мили для решения задачи минимизации.

### **Автоматные функции, логические автоматы**

Детерминированные и недетерминированные функции. Задание детерминированной функции с помощью бесконечного дерева. Вес детерминированной функции. Автоматная (ограниченно-детерминированная) функция, её задание конечным деревом, диаграммой Мура и таблицей. Способы задания логических автоматов: канонической таблицей, канонической системой, схемой из функциональных элементов с памятью. Операции над логическими автоматами: суперпозиция и введение обратной связи.

### **Итоговая контрольная работа**

Контрольное мероприятие состоит из 2х частей: практической и теоретической. Теоретическая часть проводится аудиторно, в ней необходимо дать определения заданным терминам. Практическая часть представляет собой тест смешанного типа (несколько простых задач, в которых необходимо выбрать один ответ из предложенных либо записать короткий ответ). Индивидуальные тесты выдаются каждому студенту в электронном виде для самостоятельного решения в часы самостоятельной работы. Ответы на тесты сдаются студентами в письменном виде. Все задачи и вопросы относятся к темам «Теория графов» и «Конечные автоматы».

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Морозенко В. В. Дискретная математика: учебное пособие / В. В. Морозенко. - Пермь, 2006, ISBN 5-7944-0608-9. - 226. - Библиогр.: с. 223-224
2. Седова, Н. А. Дискретная математика : учебное пособие / Н. А. Седова. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 67 с. — ISBN 978-5-4486-0069-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/69316.html>
3. Балюкевич Э. Л. Дискретная математика: Учебно-практическое пособие / Балюкевич Э.Л., Ковалева Л.Ф., Романников А.Н. - М.: Изд. центр ЕАОИ, 2010. - 176 с. - ISBN 978-5-374-00334-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система БиблиоТех : [сайт]. <https://psu.bibliotech.ru/Reader/Book/7572>

### Дополнительная:

1. Аляев Ю. А., Тюрин С. Ф. Дискретная математика и математическая логика: учебник для студентов вузов / Ю. А. Аляев, С. Ф. Тюрин. - Москва: Финансы и статистика, 2006, ISBN 5-279-03045-7. - 366. - Библиогр.: с. 355-357
2. Хаггарти, Р. Дискретная математика для программистов : учебное пособие / Р. Хаггарти. — Москва : Техносфера, 2012. — 400 с. — ISBN 978-5-94836-303-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/12723>
3. Седова, Н. А. Дискретная математика. Задачи повышенной сложности : практикум для подготовки к интернет-экзамену / Н. А. Седова, В. А. Седов. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 97 с. — ISBN 978-5-4486-0133-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/71561.html>
4. Новиков Ф. А. Дискретная математика для программистов: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Информатика и вычислительная техника" / Ф. А. Новиков. - Санкт-Петербург: Питер, 2005, ISBN 5-94723-741-5. - 364. - Библиогр.: с. 349-350
5. Галкина В. А. Дискретная математика: комбинаторная оптимизация на графах: учебное пособие / В. А. Галкина. - Москва: Гелиос АРВ, 2003, ISBN 5-85438-069-2. - 232. - Библиогр.: с. 227-228

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://dma.mi.ras.ru/> Журнал Дискретная математика

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Дискретная математика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС)

- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

- Офисный пакет приложений (Microsoft Office Standard или LibreOffice)

- Система программирования MS Visual Studio Community либо иная инструментальная среда разработки для языка программирования C++ или C# (например, Code::Blocks)

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Дискретная математика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.1**

**Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности**

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.1.2</b> Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и методы дискретной математики, включая дискретные функции, комбинаторный анализ и теорию графов;</li> <li>- основные комбинаторные и теоретико-графовые алгоритмы, а также способы их эффективной реализации;</li> <li>- основные понятия теории множеств и операций над множествами;</li> <li>- основы научно-методического аппарата логики предикатов;</li> <li>- символику логики предикатов;</li> <li>- основы теории конечных автоматов;</li> <li>- понятия регулярных языков и выражений, их связи с конечными автоматами и теорией вычислимости.</li> </ul>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Отсутствие знания основных понятий и методов дискретной математики (включая дискретные функции, комбинаторный анализ и теорию графов); основных комбинаторных и теоретико-графовых алгоритмов, способов их реализации; основных понятий теории множеств и операций над множествами; символики логики предикатов; основ теории конечных автоматов; понятия регулярных языков и выражений.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Общие, но не структурированные знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основных понятий и методов дискретной математики, включая дискретные функции, комбинаторный анализ и теорию графов;</li> <li>- основных комбинаторных и теоретико-графовых алгоритмов, а также способов их реализации;</li> <li>- основных понятий теории множеств и операций над множествами;</li> <li>- символики логики предикатов;</li> <li>- основ теории конечных автоматов;</li> <li>- понятия регулярных языков и выражений.</li> </ul> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основных понятий и методов дискретной математики, включая дискретные функции, комбинаторный анализ и теорию графов;</li> <li>- основных комбинаторных и теоретико-графовых алгоритмов, а также способов их эффективной реализации;</li> <li>- основных понятий теории множеств и операций над множествами;</li> <li>- символики логики предикатов;</li> </ul>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основ теории конечных автоматов;</li> <li>- понятия регулярных языков и выражений.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированные систематические знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основных понятий и методов дискретной математики, включая дискретные функции, комбинаторный анализ и теорию графов;</li> <li>- основных комбинаторных и теоретико-графовых алгоритмов, а также способов их эффективной реализации;</li> <li>- основных понятий теории множеств и операций над множествами;</li> <li>- основ научно-методического аппарата логики предикатов;</li> <li>- символики логики предикатов;</li> <li>- основ теории конечных автоматов;</li> <li>- понятия регулярных языков и выражений, их связи с конечными автоматами и теорией вычислимости.</li> </ul>
<p><b>ОПК.1.1</b> Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук</p>	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подсчитывать число комбинаторных объектов с заданными свойствами;</li> <li>- представлять множества и отношения в программах;</li> <li>- преобразовывать булевы функции, строить булевы функции с заданными свойствами;</li> <li>- проверять множество булевых функций на полноту;</li> <li>- определять область истинности предикатов, истинность формул логики предикатов;</li> <li>- записывать утверждения с использованием символики логики предикатов;</li> <li>- анализировать умозаключения средствами логики предикатов;</li> <li>- исследовать графы, находить их основные характеристики и структурные особенности;</li> <li>- применять основные</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Неумение подсчитывать число комбинаторных объектов с заданными свойствами; преобразовывать булевы функции; проверять множество булевых функций на полноту; определять область истинности предикатов; записывать утверждения с использованием символики логики предикатов; исследовать графы, находить их основные характеристики; применять основные алгоритмы на графах (в том числе при решении реальных практических задач); решать задачи анализа и синтеза автоматов с заданными свойствами.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>В целом успешное (возможно, с незначительными ошибками) умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подсчитывать число комбинаторных объектов с заданными свойствами;</li> <li>- преобразовывать булевы функции;</li> <li>- проверять множество булевых функций на полноту;</li> <li>- определять область истинности предикатов;</li> </ul>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>алгоритмы на графах, в том числе при решении реальных производственных задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи анализа, синтеза и минимизации автоматов с заданными свойствами;</li> <li>- записывать регулярные языки с помощью регулярных выражений.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- записывать утверждения с использованием символики логики предикатов;</li> <li>- исследовать графы, находить их основные характеристики;</li> <li>- применять основные алгоритмы на графах, в том числе при решении реальных практических задач;</li> <li>- решать задачи анализа и синтеза автоматов с заданными свойствами.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>В целом успешное умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подсчитывать число комбинаторных объектов с заданными свойствами;</li> <li>- представлять множества и отношения в программах;</li> <li>- преобразовывать булевы функции, строить булевы функции с заданными свойствами;</li> <li>- проверять множество булевых функций на полноту;</li> <li>- определять область истинности предикатов, истинность формул логики предикатов;</li> <li>- записывать утверждения с использованием символики логики предикатов;</li> <li>- исследовать графы, находить их основные характеристики и структурные особенности;</li> <li>- применять основные алгоритмы на графах, в том числе при решении реальных практических задач;</li> <li>- решать задачи анализа и синтеза автоматов с заданными свойствами;</li> <li>- записывать регулярные языки с помощью регулярных выражений.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированное в совершенстве умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подсчитывать число комбинаторных объектов с заданными свойствами;</li> <li>- представлять множества и отношения в программах;</li> <li>- преобразовывать булевы функции, строить булевы функции с заданными свойствами;</li> <li>- проверять множество булевых функций на полноту;</li> <li>- определять область истинности предикатов, истинность формул логики предикатов;</li> </ul>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- записывать утверждения с использованием символики логики предикатов;</li> <li>- анализировать умозаключения средствами логики предикатов;</li> <li>- исследовать графы, находить их основные характеристики и структурные особенности;</li> <li>- применять основные алгоритмы на графах, в том числе при решении реальных производственных задач;</li> <li>- решать задачи анализа, синтеза и минимизации автоматов с заданными свойствами;</li> <li>- записывать регулярные языки с помощью регулярных выражений.</li> </ul>
<p><b>ОПК.1.3</b> Использует практический опыт решения стандартных математических задач</p>	<p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения комбинаторных операций и комбинаторных принципов при разработке и анализе комбинаторных алгоритмов;</li> <li>- применения булевых функций в логическом анализе;</li> <li>- использования метода резолюций для доказательства истинности формул логики предикатов;</li> <li>- применения аппарата теории графов для решения прикладных задач;</li> <li>- применения основных алгоритмов теории конечных автоматов для решения прикладных задач.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Отсутствие навыков применения комбинаторных операций и комбинаторных принципов при разработке и анализе комбинаторных алгоритмов; навыков использования метода резолюций для доказательства истинности формул логики предикатов; навыков применения аппарата теории графов для решения прикладных задач; навыков применения основных алгоритмов теории конечных автоматов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Фрагментарное владение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения комбинаторных операций и комбинаторных принципов при разработке и анализе комбинаторных алгоритмов;</li> <li>- навыками использования метода резолюций для доказательства истинности формул логики предикатов;</li> <li>- аппаратом теории графов для решения прикладных задач;</li> <li>- навыками применения основных алгоритмов теории конечных автоматов.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Уверенное владение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения комбинаторных операций и комбинаторных принципов при разработке и анализе комбинаторных алгоритмов;</li> </ul>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения булевых функций в логическом анализе;</li> <li>- навыками использования метода резолюций для доказательства истинности формул логики предикатов;</li> <li>- аппаратом теории графов для решения прикладных задач;</li> <li>- навыками применения основных алгоритмов теории конечных автоматов для решения прикладных задач.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Свободное владение:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения комбинаторных операций и комбинаторных принципов при разработке и анализе комбинаторных алгоритмов;</li> <li>- навыками применения булевых функций в логическом анализе;</li> <li>- навыками использования метода резолюций для доказательства истинности формул логики предикатов;</li> <li>- аппаратом теории графов для решения прикладных задач;</li> <li>- навыками применения основных алгоритмов теории конечных автоматов для решения прикладных задач.</li> </ul>

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Зачет

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.3</b> Использует практический опыт решения стандартных математических задач <b>ОПК.1.1</b> Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук	Контрольная работа "Комбинаторика" <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать основные комбинаторные операции и принципы. Уметь подсчитывать число комбинаторных объектов с заданными свойствами. При повторном написании или пропуске по неуважительной причине контрольной работы полученные баллы уменьшаются на 20%

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.1.1</b> Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук</p> <p><b>ОПК.1.3</b> Использует практический опыт решения стандартных математических задач</p> <p><b>ОПК.1.2</b> Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p>	<p>Контрольная работа "Булевы функции"</p> <p><b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать основные понятия и методы дискретной математики, включая дискретные функции. Уметь преобразовывать булевы функции, строить булевы функции с заданными свойствами; проверять множество булевых функций на полноту. Умеет определять область истинности предикатов, истинность формул логики предикатов, записывать утверждения с использованием символики логики предикатов, анализировать умозаключения средствами логики предикатов. Владеть навыками применения булевых функций в логическом анализе, навыками использования метода резолюций для доказательства истинности формул логики предикатов. При повторном написании или пропуске по неуважительной причине контрольной работы полученные баллы уменьшаются на 20%</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.1.2</b> Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> <p><b>ОПК.1.1</b> Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук</p>	<p>Итоговая контрольная работа</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать:- основные понятия и методы дискретной математики, включая комбинаторный анализ;- основные комбинаторные алгоритмы;Уметь:- подсчитывать число комбинаторных объектов с заданными свойствами;- преобразовывать булевы функции, строить булевы функции с заданными свойствами;- проверять множество булевых функций на полноту;- определять область истинности предикатов, истинность формул логики предикатов;- записывать утверждения с использованием символики логики предикатов;- анализировать умозаключения средствами логики предикатов.Владеть:- навыками применения комбинаторных операций и комбинаторных принципов при разработке и анализе комбинаторных алгоритмов;- навыками применения булевых функций в логическом анализе;- навыками использования метода резолюций для доказательства истинности формул логики предикатов.</p> <p>При повторном написании или пропуске по неуважительной причине контрольной работы полученные баллы уменьшаются на 20%</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Контрольная работа "Комбинаторика"

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Знает и умеет применять формулы для числа комбинаторных объектов. 2 задачи по 4 балла	8

Знает и умеет применять формулу включения-исключения.	4
Знает и умеет применять формулы биномиальных и полиномиальных коэффициентов.	4
Знает и умеет применять принципы сложения, умножения, дополнения.	3
Знает формулы элементарных комбинаторных операций	1

### Контрольная работа "Булевы функции"

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет определять область истинности предикатов, истинность формул логики предикатов	6
Знает замкнутые классы булевых функций. Умеет вычислять количество функций в них.	6
Знает способы задания булевых функций. Умеет преобразовывать булевы функции, строить булевы функции с заданными свойствами	5
Знает формулы разложения булевой функции по переменным. Умеет строить ДНФ, КНФ, в том числе СДНФ, СКНФ, МДНФ, МКНФ	5
Знает метод резолюций доказательства утверждений в логике предикатов и умеет применять его в решении задач	4
Знает понятия полной системы и базиса. Умеет проверять множество булевых функций на полноту.	4
Знает замкнутые классы булевых функций и умеет определять принадлежность функции им.	4
Умеет записывать утверждения с использованием символики логики предикатов, анализировать умозаключения средствами логики предикатов.	2
Знает понятие существенных и фиктивных переменных, умеет их определять	2
Знает формулы разложения булевой функции по переменным. Умеет строить полином Жегалкина	2

### Итоговая контрольная работа

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Владеет навыками применения комбинаторных операций и комбинаторных принципов при решении прикладных задач. 4 задачи с кратким числовым ответом по 2 балла	8
Знает основные понятия и методы теории булевы функции, основ научно-методического аппарата логики предикатов. 3 определения или формулировки по 2 балла	6
Знает основные понятия и методы дискретной математики, включая дискретные функции;	6

Умеет преобразовывать булевы функции, строить булевы функции с заданными свойствами, подсчитывать количество функций с заданными свойствами. 3 задачи с кратким ответом по 2 балла	
Умеет определять область истинности предикатов, истинность формул логики предикатов, записывать утверждения с использованием символики логики предикатов. 3 задачи с кратким ответом по 2 балла	6
Знает основные понятия и методы дискретной математики, включая комбинаторный анализ. 2 определения или формулировки по 2 балла.	4
Знает основные понятия и методы дискретной математики, включая дискретные функции; Умеет преобразовывать булевы функции, строить булевы функции с заданными свойствами, проверять множество булевых функций на полноту. 4 задачи с выбором варианта ответа по 1 баллу	4
Умеет анализировать умозаключения средствами логики предикатов. 3 задачи с выбором варианта ответа по 1 баллу	3
Знает основные комбинаторные алгоритмы. Умеет подсчитывать число комбинаторных объектов с заданными свойствами. 3 задачи с выбором варианта ответа по 1 баллу	3

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.1.2</b> Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты <b>ОПК.1.1</b> Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук	Контрольная работа "Графы" <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знать основные понятия теории графов. Уметь исследовать графы, находить их основные характеристики и структурные особенности; применять основные алгоритмы на графах. Владеть аппаратом теории графов для решения прикладных задач. При повторном написании или пропуске по неуважительной причине контрольной работы полученные баллы уменьшаются на 20%

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ОПК.1.3</b> Использует практический опыт решения стандартных математических задач</p>	<p>Индивидуальное задание <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать основные теоретико-графовые алгоритмы, а также способы их эффективной реализации. Уметь применять основные алгоритмы на графах, в том числе при решении реальных производственных задач. Владеть аппаратом теории графов для решения прикладных задач. При сдаче лабораторных работ позднее назначенного срока полученные баллы уменьшаются на 20%</p>
<p><b>ОПК.1.3</b> Использует практический опыт решения стандартных математических задач <b>ОПК.1.1</b> Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук</p>	<p>Контрольная работа "Конечные автоматы" <b>Письменное контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать:- основы теории конечных автоматов;- понятия регулярных языков и выражений, их связь с конечными автоматами и теорией вычислимости. Уметь:- решать задачи анализа, синтеза и минимизации автоматов с заданными свойствами;- записывать регулярные языки с помощью регулярных выражений. При повторном написании или пропуске по неуважительной причине контрольной работы полученные баллы уменьшаются на 20%</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p><b>ОПК.1.2</b> Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> <p><b>ОПК.1.1</b> Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук</p>	<p>Итоговая контрольная работа</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></p>	<p>Знать:- основные понятия и методы дискретной математики, включая дискретные функции и теорию графов;- основы теории конечных автоматов;- понятия регулярных языков и выражений, их связь с конечными автоматами и теорией вычислимости.</p> <p>Уметь:- исследовать графы, находить их основные характеристики и структурные особенности;- применять основные алгоритмы на графах, в том числе при решении реальных производственных задач;- решать задачи анализа, синтеза и минимизации автоматов с заданными свойствами;- записывать регулярные языки с помощью регулярных выражений. Владеть:- аппаратом теории графов для решения прикладных задач;- навыками применения основных алгоритмов теории конечных автоматов для решения прикладных задач. При повторном написании или пропуске по неуважительной причине контрольной работы полученные баллы уменьшаются на 20%</p>

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Контрольная работа "Графы"

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **26**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
Знает алгоритм нахождения кратчайших путей в графе и умеет его применять.	3
Знает алгоритм нахождения минимального остовного дерева и умеет его применять.	3
Знает основные понятия теории графов. Уметь исследовать графы, находить их основные характеристики.	3
Знает основные понятия теории графов. Умеет находить гамильтоновы и эйлеровы циклы	3

и цепи.	
Знает понятия изоморфности и планарности графов. Умеет их определять.	3
Умеет решать задачу сетевого планирования.	3
Умеет применять основные алгоритмы на графах, в том числе при решении реальных прикладных задач	3
Знает основные понятия теории графов. Знает связь степеней вершин и числа ребер, числа ребер, вершин и компонент связности, числа ребер в основном и дополнительном графах. Умеет применять формулы, связывающие число различных компонент графа.	2
Знает алгоритмы построения двоичного кода дерева, а также нахождения центра, радиуса и диаметра дерева и умеет их применять.	2
Знает понятие хроматического числа графа и умеет его находить.	1

### Индивидуальное задание

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **18**

Проходной балл: **8**

Показатели оценивания	Баллы
Программа успешно запускается и верно решает задачу. Критерии: Верный ответ на 100% тестов – 6 баллов, на 90-100% – 4 балла, на 75-90% – 2 балла, на 50-75% – 1 балл; если программа верно решает задачу на 50% тестов и менее, то за программу ставится 0 баллов (по остальным показателям баллы не начисляются)	6
Программа успешно запускается и верно решает задачу более, чем на 50% тестов, при этом алгоритм реализован эффективно, не содержит явно излишних операторов, не требует выделения избыточной памяти	3
Программа успешно запускается и верно решает задачу более, чем на 50% тестов, при этом алгоритм является универсальным, не содержит явных ограничений на объем данных и входные значения	3
Программа успешно запускается и верно решает задачу более, чем на 50% тестов, при этом в отчете описано, как представляются данные в программе, какие используются структуры данных	2
Программа успешно запускается и верно решает задачу более, чем на 50% тестов, при этом в отчете описаны результаты экспериментов, имеется сравнение скорости работы	2
Программа успешно запускается и верно решает задачу более, чем на 50% тестов, при этом в отчете описан укрупненный алгоритм на псевдокоде или в виде блок-схемы	2

### Контрольная работа "Конечные автоматы"

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **26**

Проходной балл: **11**

Показатели оценивания	Баллы
-----------------------	-------

Умеет решать задачи синтеза логических автоматов-преобразователей, вычисляющих заданную функцию	5
Умеет записывать регулярные языки с помощью регулярных выражений	5
Умеет решать задачи синтеза автоматов-распознавателей, распознающих заданный язык	4
Умеет выполнять операции суперпозиции и введения обратной связи в логическом автомате	4
Знает основы теории конечных автоматов, способен моделировать работу конечного детерминированного автомата	4
Умеет решать задачи анализа конечных автоматов	3
Умеет моделировать работу логического автомата и определять, какое слово получится на выходе при заданном входном слове	1

### **Итоговая контрольная работа**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает основные понятия и методы теории графов. 4 определения или формулировки по 2 балла	8
Умеет исследовать графы, находить их основные характеристики, обосновывать их структурные особенности 8 задач с кратким ответом по 1 баллу	8
Знает основы теории конечных автоматов. 3 определения или формулировки по 2 балла.	6
Умеет применять основные алгоритмы теории конечных автоматов для решения прикладных задач. 4 тестовые задачи с кратким ответом по 1 баллу	4
Знает и умеет применять основные алгоритмы на графах 2 задачи с кратким ответом по 1 баллу	2
Знает понятие регулярных языков и выражений. Тестовая задача с кратким ответом.	1
Умеет определять вес автоматной функции. Тестовая задача с кратким ответом.	1