

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 №5
от «09» июня 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: **11.03.02** Инфокоммуникационные технологии и системы связи
направленность Инфокоммуникационные технологии в сервисах и услугах связи

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

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

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (направленность :

Инфокоммуникационные технологии в сервисах и услугах связи)

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

ОПК.3 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Индикаторы

ОПК.3.1 Производит выборку основных положений, законов и методов естественных наук и математики для решения инженерных задач

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (направленность: Инфокоммуникационные технологии в сервисах и услугах связи)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	2,3
Объем дисциплины (з.е.)	5
Объем дисциплины (ак.час.)	180
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	70
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	110
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (1) Итоговое контрольное мероприятие (2) Письменное контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (2 триместр) Экзамен (3 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://bibliotech.psu.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).

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

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <ul style="list-style-type: none"> - основ теории конечных автоматов; - понятия регулярных языков и выражений. <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основных понятий и методов дискретной математики, включая дискретные функции, комбинаторный анализ и теорию графов; - основных комбинаторных и теоретико-графовых алгоритмов, а также способов их эффективной реализации; - основных понятий теории множеств и операций над множествами; - основ научно-методического аппарата логики предикатов; - символики логики предикатов; - основ теории конечных автоматов; - понятия регулярных языков и выражений, их связи с конечными автоматами и теорией вычислимости.
<p>ОПК.1.1 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"> - подсчитывать число комбинаторных объектов с заданными свойствами; - представлять множества и отношения в программах; - 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; - исследовать графы, находить их основные характеристики и структурные особенности; - применять основные 	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</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;">Удовлетворительн</p> <p>В целом успешное (возможно, с незначительными ошибками) умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подсчитывать число комбинаторных объектов с заданными свойствами; - преобразовывать булевы функции; - проверять множество булевых функций на полноту; - определять область истинности предикатов;

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

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Отлично</p> <ul style="list-style-type: none"> - записывать утверждения с использованием символики логики предикатов; - анализировать умозаключения средствами логики предикатов; - 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.
<p>ОПК.1.3 Использует практический опыт решения стандартных математических задач</p>	<p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения комбинаторных операций и комбинаторных принципов при разработке и анализе комбинаторных алгоритмов; - применения булевых функций в логическом анализе; - использования метода резолюций для доказательства истинности формул логики предикатов; - применения аппарата теории графов для решения прикладных задач; - применения основных алгоритмов теории конечных автоматов для решения прикладных задач. 	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</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;">Удовлетворительн</p> <p>Фрагментарное владение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения комбинаторных операций и комбинаторных принципов при разработке и анализе комбинаторных алгоритмов; - навыками использования метода резолюций для доказательства истинности формул логики предикатов; - аппаратом теории графов для решения прикладных задач; - навыками применения основных алгоритмов теории конечных автоматов. <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Уверенное владение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения комбинаторных операций и комбинаторных принципов при разработке и анализе комбинаторных алгоритмов;

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

ОПК.3

Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.3.1 Производит выборку основных положений, законов и методов естественных наук и математики для решения инженерных задач</p>	<p>Знать: основные понятия и методы дискретной математики, включая дискретные функции, комбинаторный анализ и теорию графов. Уметь: применять основные алгоритмы на графах, комбинаторные алгоритмы и алгоритмы теории конечных автоматов для решения инженерных задач.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Отсутствие знания основных понятий и методов дискретной математики (включая дискретные функции, комбинаторный анализ и теорию графов). Неумение применять основные алгоритмы на графах (в том числе при решении реальных практических задач); комбинаторные алгоритмы, алгоритмы теории конечных автоматов.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>основных понятий и методов дискретной математики, включая дискретные функции, комбинаторный анализ и теорию графов. В целом успешное (возможно, с незначительными ошибками) умение применять основные алгоритмы на графах, комбинаторные алгоритмы и алгоритмы теории конечных автоматов, в том числе при решении реальных инженерных задач.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных понятий и методов дискретной математики, включая дискретные функции, комбинаторный анализ и теорию графов. В целом успешное умение применять основные алгоритмы на графах, комбинаторные алгоритмы и алгоритмы теории конечных автоматов, в том числе при решении реальных инженерных задач.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных понятий и методов дискретной математики, включая дискретные функции, комбинаторный анализ и теорию графов. Сформированное в совершенстве умение применять основные алгоритмы на графах, комбинаторные алгоритмы и алгоритмы теории конечных автоматов, в том числе при решении реальных инженерных задач.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС 2020

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
ОПК.1.1 Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук ОПК.1.3 Использует практический опыт решения стандартных математических задач ОПК.3.1 Производит выборку основных положений, законов и методов естественных наук и математики для решения инженерных задач	Контрольная работа "Комбинаторика" Письменное контрольное мероприятие	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%

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук</p> <p>ОПК.1.2 Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> <p>ОПК.1.3 Использует практический опыт решения стандартных математических задач</p> <p>ОПК.3.1 Производит выборку основных положений, законов и методов естественных наук и математики для решения инженерных задач</p>	<p>Контрольная работа "Булевы функции"</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</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>ОПК.1.1 Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук</p> <p>ОПК.1.2 Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> <p>ОПК.3.1 Производит выборку основных положений, законов и методов естественных наук и математики для решения инженерных задач</p>	<p>Итоговая контрольная работа</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</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: **2 часа**

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает операции над множествами, умеет определять свойства отношений	10

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: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет определять область истинности предикатов, истинность формул логики предикатов	5
Знает замкнутые классы булевых функций. Умеет вычислять количество функций в них.	5
Знает способы задания булевых функций. Умеет преобразовывать булевы функции, строить булевы функции с заданными свойствами	4
Знает формулы разложения булевой функции по переменным. Умеет строить ДНФ, КНФ, в том числе СДНФ, СКНФ, МДНФ, МКНФ	4
Знает метод резолюций доказательства утверждений в логике предикатов и умеет применять его в решении задач	3
Знает понятия полной системы и базиса. Умеет проверять множество булевых функций на полноту.	3
Знает замкнутые классы булевых функций и умеет определять принадлежность функции им.	3
Умеет записывать утверждения с использованием символики логики предикатов, анализировать умозаключения средствами логики предикатов.	1
Знает понятие существенных и фиктивных переменных, умеет их определять	1
Знает формулы разложения булевой функции по переменным. Умеет строить полином Жегалкина	1

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; Умеет преобразовывать булевы функции, строить булевы функции с заданными свойствами, подсчитывать количество функций с заданными свойствами. 3 задачи с кратким ответом по 2 балла	6
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 42 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 42 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
------------------------------------	--	---

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук</p> <p>ОПК.1.2 Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> <p>ОПК.3.1 Производит выборку основных положений, законов и методов естественных наук и математики для решения инженерных задач</p>	<p>Контрольная работа "Графы"</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>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%</p>
<p>ОПК.1.3 Использует практический опыт решения стандартных математических задач</p> <p>ОПК.3.1 Производит выборку основных положений, законов и методов естественных наук и математики для решения инженерных задач</p>	<p>Индивидуальное задание</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</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>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Применяет базовые понятия, основную терминологию и знания основных положений и концепций в области математических и естественных наук</p> <p>ОПК.1.2 Осуществляет первичный сбор и анализ материала, интерпретирует различные математические объекты</p> <p>ОПК.3.1 Производит выборку основных положений, законов и методов естественных наук и математики для решения инженерных задач</p>	<p>Итоговая контрольная работа</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</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: **36**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Знает алгоритм нахождения кратчайших путей в графе и умеет его применять.	4
Знает алгоритм нахождения минимального остовного дерева и умеет его применять.	4
Знает основные понятия теории графов. Уметь исследовать графы, находить их основные характеристики.	4
Знает основные понятия теории графов. Умеет находить гамильтоновы и эйлеровы циклы	4

и цепи.	
Знает понятия изоморфности и планарности графов. Умеет их определять.	4
Умеет решать задачу сетевого планирования.	4
Умеет применять основные алгоритмы на графах, в том числе при решении реальных прикладных задач	4
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.	3
Знает алгоритмы построения двоичного кода дерева, а также нахождения центра, радиуса и диаметра дерева и умеет их применять.	3
Знает понятие хроматического числа графа и умеет его находить.	2

Индивидуальное задание

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

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

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **24**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Программа успешно запускается и верно решает задачу. Критерии: Верный ответ на 100% тестов – 8 баллов, на 90-100% – 6 балла, на 75-90% – 4 балла, на 50-75% – 2 балла; если программа верно решает задачу на 50% тестов и менее, то за программу ставится 0 баллов (по остальным показателям баллы не начисляются)	8
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	4
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	4
Программа успешно запускается и верно решает задачу более, чем на 50% тестов, при этом в отчете описаны результаты экспериментов, имеется сравнение скорости работы	3
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	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

Итоговая контрольная работа

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

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

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

Проходной балл: **17**

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

Знает основные понятия и методы теории графов. 4 определения или формулировки по 3 балла	12
Умеет исследовать графы, находить их основные характеристики, обосновывать их структурные особенности 12 задач с кратким ответом по 1 баллу	12
Знает основы теории конечных автоматов. 3 определения или формулировки по 3 балла.	9
Знает и умеет применять основные алгоритмы на графах 5 задач с кратким ответом по 1 баллу	5
Знает понятие регулярных языков и выражений.	2