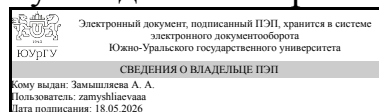


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



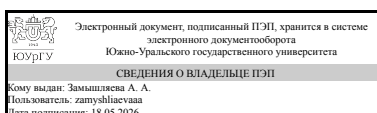
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.06 Дискретная математика  
для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Центр ОП топ-уровня в сфере ИИ "ВиртУм"

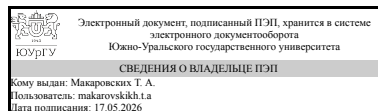
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., доц., профессор



Т. А. Макаровских

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является овладение базовыми понятиями и теоретическими основами дискретной математики; формирование математической культуры студента; умение формулировать в комбинаторно-графовых терминах задачи, связанные с дискретными объектами; формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации, изучению новых научных результатов, современной научной литературы в соответствии с профилем объекта профессиональной деятельности; овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования при решении теоретических и прикладных задач. Задачи дисциплины: – изучение математического аппарата дискретной математики; – обучение методам решения прикладных задач с применением методов дискретной математики. В результате освоения дисциплины студент должен получить представление о решении следующей профессиональной задачи: применение методов математического и алгоритмического моделирования при анализе прикладных проблем; использование базовых математических задач и математических методов в научных исследованиях.

### Краткое содержание дисциплины

Аксиоматический подход и его сущность. Прикладные области использования разделов дискретной математики. Понятие множества. Способы задания множеств. Подмножества. Операции над множествами. Соотношение между множествами. Отношения. Свойства отношений. Отношение порядка. Отношение эквивалентности. Основные положения теории доказательств и теории целых чисел. Делимость. Алгоритм деления. Общий делитель. Наибольший общий делитель. Свойства НОД. Алгоритм Евклида. Наименьшее общее кратное. Простые числа. Теорема Евклида. Основная теорема арифметики. Сравнения. Класс вычетов. Операции между классами вычетов. Полная система вычетов. Первичная система вычетов. Приведенная система вычетов. Способы воспроизведения других систем вычетов. Целочисленные решения линейных уравнений. Решения сравнений. Циклы и алгоритмы для матриц. Рекурсивные функции и алгоритмы. Сложность алгоритмов Основные принципы комбинаторики. Размещения, перестановки, сочетания. Комбинаторные тождества. Правило включения-исключения. Алгоритмы формирования перестановок и сочетаний. Основные понятия и определения теории графов. Способы представления графов и методы просмотра вершин. Поиск в ширину и глубину. Алгебраические свойства графов. Деревья и леса. Числовые параметры, характеризующие дерево. Бинарные деревья. Сортировка. Бинарные деревья поиска. Остовные деревья. Матричная формула Кирхгофа. Эйлеровы графы и задача о Кенигсбергских мостах. Гамильтоновы графы и задача коммивояжера. Алгоритмы построения эйлеровых и гамильтоновых циклов. Связь между эйлеровыми и гамильтоновыми циклами. Двудольные графы и задача о назначениях в графовой формулировке. Укладки графов. Свойства планарных графов. Формула Эйлера. Критерий планарности графа. Алгоритм укладки графа на плоскости. Нахождение кратчайших путей в графе. Задачи сетевого планирования: правила построения сетевых графиков; метод критического пути; управление проектом с неопределенным временем выполнения работ; оптимизация сетевого графика. Поток в сетях: алгоритм Форда и Фалкерсона; метод блокирующих потоков. Раскраски графов: точный алгоритм раскрашивания; приближенный алгоритм

последовательного раскрашивания; улучшенный алгоритм последовательного раскрашивания; клики и независимые множества. Алгоритмы поиска в лабиринте.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине   |
|--|---|
| ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности                                  | Знает: фундаментальные основы математической логики, основные понятия дискретной математики и теории графов<br>Умеет: использовать при решении различных задач стандартные методы математической логики и дискретной математики   |
| ОПК-10 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | Знает: основные понятия и алгоритмы теории чисел, комбинаторики и теории графов<br>Умеет: решать типовые задачи теории чисел, комбинаторики и теории графов, проводить доказательства фактов из указанных областей<br>Имеет практический опыт: применения комбинаторных алгоритмов, а также алгоритмов на графах для решения практических задач |
| ОПК-16 Способен применять в практической деятельности основные концепции, принципы, теории и факты, связанные с информатикой   | Знает: логику высказываний и предикатов; основные понятия теории алгоритмов<br>Умеет: проводить оценку сложности алгоритмов<br>Имеет практический опыт: программирования основных алгоритмов теории графов для решения задач большой размерности  |
| ПК-13 [МФ-1] Способен применять современную теоретическую математику для разработки новых алгоритмов и формулирования перспективных задач ИИ   | Умеет: - [И-3, СУ] моделировать взаимосвязи данных с помощью графов и деревьев<br>Имеет практический опыт: - [И-3, СУ] применения теории множеств для формализации задач анализа данных   |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ  |
|---|--|
| Нет   | 1.О.20 Численные методы,<br>1.О.19 Математическая статистика и байесовские модели,<br>1.О.14 Теория вероятностей,<br>1.О.13 Специальные главы математики,<br>Производственная практика (научно-исследовательская работа) (5 семестр) |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 145 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |         |
|--|-------------|------------------------------------|---------|
|  |             | Номер семестра                     |         |
|  |             | 1                                  | 2       |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 216         | 108                                | 108     |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 128         | 64                                 | 64      |
| Лекции (Л)   | 64          | 32                                 | 32      |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 64          | 32                                 | 32      |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  | 0       |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 71          | 35,5                               | 35,5    |
| Проработка аудиторного материала. Подготовка к текущему контролю           | 40,5        | 20                                 | 20,5    |
| Подготовка к дифференцированному зачету                                    | 15,5        | 15,5                               | 0       |
| Подготовка к экзамену  | 15          | 0                                  | 15      |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 17          | 8,5                                | 8,5     |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                       | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|--|---|----|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение. Теория множеств, целые числа, доказательства | 30  | 14 | 16 | 0  |
| 2         | Алгоритмы и рекурсия                                   | 12  | 6  | 6  | 0  |
| 3         | Комбинаторика  | 22  | 12 | 10 | 0  |
| 4         | Введение в теорию графов                               | 28  | 14 | 14 | 0  |
| 5         | Прикладные задачи теории графов                        | 36  | 18 | 18 | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия   | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1        | 1         | Цель, задачи, предмет курса. Аксиоматический подход и его сущность. Прикладные области использования разделов дискретной математики. Понятие множества. Способы задания множеств. Подмножества. Операции над множествами. Соотношение между множествами | 2            |
| 2        | 1         | Отношения. Свойства отношений. Отношение порядка. Отношение эквивалентности.  | 2            |
| 3        | 1         | Основные положения теории доказательств и теории целых чисел  | 2            |
| 4        | 1         | Делимость. Алгоритм деления. Общий делитель. Наибольший общий делитель. Свойства НОД. Алгоритм Евклида. Наименьшее общее кратное.   | 2            |
| 5        | 1         | Простые числа. Теорема Евклида. Основная теорема арифметики.  | 2            |
| 6        | 1         | Сравнения. Класс вычетов. Операции между классами вычетов. Полная система вычетов. Первичная система вычетов. Приведенная система вычетов.  | 2            |

|       |   |   |   |
|-------|---|---|---|
|       |   | Способы воспроизведения других систем вычетов.  |   |
| 7     | 1 | Целочисленные решения линейных уравнений. Решения сравнений   | 2 |
| 8     | 2 | Циклы и алгоритмы для матриц  | 2 |
| 9     | 2 | Рекурсивные функции и алгоритмы   | 2 |
| 10    | 2 | Сложность алгоритмов  | 2 |
| 11    | 3 | Основные принципы комбинаторики   | 2 |
| 12    | 3 | Размещения, перестановки, сочетания   | 2 |
| 13    | 3 | Комбинаторные тождества   | 2 |
| 14    | 3 | Правило включения-исключения  | 2 |
| 15    | 3 | Алгоритмы формирования перестановок и сочетаний   | 2 |
| 16    | 3 | Конференция «Критический анализ программной реализации комбинаторных алгоритмов». Заслушиваются доклады студентов, в которых рассматривается сравнение собственных реализаций рассмотренных в курсе алгоритмов с существующими библиотеками, реализациями, сгенерированным кодом. В докладе обязательно должны присутствовать сравнительные таблицы и анализ полученных результатов. Эти задания выполняются студентами в командах по 3-4 человека. Каждый член команды самостоятельно анализирует по 2-3 существующих/сгенерированных алгоритма. У всех алгоритмы разные. Вывод по критическому анализу делается на основании всех, рассмотренных командой реализаций. | 2 |
| 1     | 4 | Введение в теорию графов. Основные понятия и определения  | 2 |
| 2     | 4 | Способы представления графов и методы просмотра вершин. Поиск в ширину и глубину.   | 2 |
| 3     | 4 | Алгебраические свойства графов  | 2 |
| 4-5   | 4 | Деревья и леса. Числовые параметры, характеризующие дерево. Бинарные деревья. Сортировка. Бинарные деревья поиска. Остовные деревья. Матричная формула Кирхгофа.  | 4 |
| 6-7   | 4 | Эйлеровы графы и задача о Кенигсбергских мостах. Гамильтоновы графы и задача коммивояжера. Алгоритмы построения эйлеровых и гамильтоновых циклов. Связь между эйлеровыми и гамильтоновыми циклами.  | 4 |
| 8     | 5 | Двудольные графы, поиск максимального паросочетания   | 2 |
| 9     | 5 | Укладки графов. Свойства планарных графов. Формула Эйлера. Критерий планарности графа. Алгоритм укладки графа на плоскости.   | 2 |
| 10    | 5 | Нахождение кратчайших путей в графе   | 2 |
| 11-12 | 5 | Задачи сетевого планирования: правила построения сетевых графиков; метод критического пути; управление проектом с неопределенным временем выполнения работ; оптимизация сетевого графика  | 4 |
| 13    | 5 | Потоки в сетях: алгоритм Форда и Фалкерсона; метод блокирующих потоков  | 2 |
| 14    | 5 | Раскраски графов: точный алгоритм раскрашивания; приближенный алгоритм последовательного раскрашивания; улучшенный алгоритм последовательного раскрашивания; клики и независимые множества.   | 2 |
| 15    | 5 | Алгоритмы поиска в лабиринте  | 2 |
| 16    | 5 | Конференция для студентов, доклады по «бонусным» задачам: части проектов студентов, связанные с решением прикладных задач. Рассматриваются только работы, связанные с использованием алгоритмов, рассмотренных в курсе, для решения прикладных задач  | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
|-----------|-----------|---|--------------|

|     |   |   |   |
|-----|---|---|---|
| 1   | 1 | Множества, задание множеств. Операции над множествами. Соотношение между множествами и составными высказываниями. Занятие посвящено введению основных обозначений, обсуждение со студентами используемых ими ранее нотаций  | 2 |
| 2   | 1 | Отношения Решение задач. Формулировка студентами примеров из реальной жизни   | 2 |
| 3   | 1 | Метод математической индукции Разбор схемы доказательства, примеры утверждений, доказываемых этим методом   | 2 |
| 4   | 1 | Делимость   | 2 |
| 5   | 1 | Простые числа Решение задач, программирование алгоритма «Решето Эратостена». Анализ производительности алгоритма в реализациях, найденных в Интернете. Анализ производительности алгоритма, сгенерированного при помощи нейронной сети  | 2 |
| 6   | 1 | Сравнения и классы вычетов  | 2 |
| 7   | 1 | Целочисленные решения линейных уравнений Решение задач. Разработка программного модуля для получения тривиального решения уравнения. Сравнение разработки с существующими библиотеками, разработками, генерациями с помощью нейронных сетей   | 2 |
| 8   | 1 | Контрольная работа по разделу 1 Работа пишется офф-лайн в аудитории без использования Интернет (кроме получения задания). Можно пользоваться своими материалами и бумажными источниками информации (книги).   | 2 |
| 9   | 2 | Циклы и алгоритмы для матриц  | 2 |
| 10  | 2 | Рекурсивные функции и алгоритмы   | 2 |
| 11  | 2 | Анализ сложности алгоритмов. Контрольная работа по разделу 2 Решение задач Работа пишется офф-лайн в аудитории без использования Интернет (кроме получения задания). Можно пользоваться своими материалами и бумажными источниками информации (книги).  | 2 |
| 12  | 3 | Правила сложения и произведения   | 2 |
| 13  | 3 | Выборки и размещения. Сочетания. Решение задач. Обсуждение особенностей написания программы для подсчета числа сочетаний. Реализация и сравнение (критический анализ) написанного кода с имеющимися в Сети реализациями и кодом, сгенерированным нейронными сетями  | 2 |
| 14  | 3 | Перестановки с повторениями. Полиномиальная формула. Решение задач. Написание программы для поиска коэффициента многочлена с помощью полиномиальной формулы. Сравнение (критический анализ) написанного кода с имеющимися в Сети реализациями и кодом, сгенерированным нейронными сетями  | 2 |
| 15  | 3 | Принцип включения-исключения  | 2 |
| 16  | 3 | Контрольная работа по разделу 3 Работа пишется офф-лайн в аудитории без использования Интернет (кроме получения задания). Можно пользоваться своими материалами и бумажными источниками информации (книги).   | 2 |
| 1-2 | 4 | Основные понятия и определения теории графов. Лемма о рукопожатиях. Представление графа матрицами смежности и инцидентности Решение задач. Использование draw.io для создания изображений графов, схем алгоритмов, структурных схем Программная разработка (выполняется в качестве практической работы каждым студентом индивидуально), позволяющая создать граф и представить его в трех форматах и реализовать функции для конвертации между представлениями. Разработка оценивается у каждого студента как индивидуальное задание. | 4 |
| 3   | 4 | Алгебраические свойства графов  | 2 |
| 4   | 4 | Бинарные деревья поиска. Формирование бинарных деревьев поиска. Вставка, поиск и удаление вершин бинарного дерева. Решение задач  | 2 |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | Написание программы сортировки с помощью бинарного дерева. Сравнение (критический анализ) написанного кода с имеющимися в Сети реализациями и кодом, сгенерированным нейронными сетями  |   |
| 5  | 4 | Остовные деревья. Алгоритмы Краскала и Прима. Матричная формула Кирхгофа Решение задач Пошаговый поиск остовного дерева минимального веса алгоритмами Краскала и Прима, программная реализация данных алгоритмов, тестирование на графах большой размерности, критический анализ и сравнение авторских разработок студентов с существующими реализациями и библиотечными функциями, сгенерированным кодом.  | 2 |
| 6  | 4 | Построение эйлеровых и гамильтоновых циклов. Доказательство существования эйлерова цикла в графе. Решение задач Пошаговый поиск эйлеровой цепи алгоритмом Флери, программная реализация алгоритма, тестирование на графах большой размерности (оптимизация программного кода с целью повышения скорости работы алгоритма), критический анализ и сравнение авторских разработок студентов с существующими реализациями и библиотечными функциями, сгенерированным кодом. | 2 |
| 7  | 4 | Контрольная работа по разделу 4 Работа пишется офф-лайн в аудитории без использования Интернет (кроме получения задания). Можно пользоваться своими материалами и бумажными источниками информации (книги).   | 2 |
| 8  | 5 | Двудольные графы. Поиск кратчайшего паросочетания Решение задач Программная реализация алгоритма Куна для поиска максимального паросочетания в двудольном графе, тестирование на графах большой размерности, критический анализ и соревновательное сравнение авторских разработок студентов (сравнить разработки студентов между собой).  | 2 |
| 9  | 5 | Укладки графов  | 2 |
| 10 | 5 | Кратчайшие пути в графах Решение задач Использование Excel для решения задачи с использованием алгоритма Дейкстры Программирование алгоритма Дейкстры. Анализ производительности алгоритма в зависимости от используемого представления графа. Соревнование разработок студентов по производительности.   | 2 |
| 11 | 5 | Задачи сетевого планирования Решение задач Использование онлайн-сервисов для решения задач управления проектами. Критический анализ имеющихся разработок.   | 2 |
| 12 | 5 | Контрольная работа по материалам занятий 8-11 (раздел 5) Работа пишется офф-лайн в аудитории без использования Интернет (кроме получения задания). Можно пользоваться своими материалами и бумажными источниками информации (книги).  | 2 |
| 13 | 5 | Потоки в сетях Решение задач. Программная реализация алгоритма Форда-Фалекрсона, тестирование на графах большой размерности, критический анализ и сравнение авторских разработок студентов с существующими реализациями и библиотечными функциями, сгенерированным кодом.   | 2 |
| 14 | 5 | Раскраски графов Решение задач. Программная реализация различных эвристических подходов и их сравнение, сравнение разработок с существующими функциями и библиотеками   | 2 |
| 15 | 5 | Контрольная работа по материалам занятий 13-14 (раздел 5) Работа пишется офф-лайн в аудитории без использования Интернет (кроме получения задания). Можно пользоваться своими материалами и бумажными источниками информации (книги).   | 2 |
| 16 | 5 | Конференция «Анализ производительности алгоритмов», на которой обсуждаются результаты соревнования алгоритмов, рассмотренных в семестре. Сравняются разработки всех студентов и обсуждаются полученные результаты.  | 2 |

### 5.3. Лабораторные работы



|   |   |                  |  |   |   |  |         |
|---|---|------------------|--|---|---|--|---------|
| 1 | 1 | Текущий контроль | Тест по разделу 1                              | 1 | 5 | Студент отвечает на тест, состоящий из 5 случайным образом подобранных вопросов, правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл. Время на прохождение тестирования - 15 минут. Студенту дается одна попытка для написания теста в указанный промежуток времени.  | экзамен |
| 2 | 1 | Текущий контроль | Тест по разделу 2                              | 1 | 5 | Студент отвечает на тест, состоящий из 5 случайным образом подобранных вопросов, правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл. Время на прохождение тестирования - 15 минут. Студенту дается одна попытка для написания теста в указанный промежуток времени.  | экзамен |
| 3 | 1 | Текущий контроль | Тест по разделу 3                              | 1 | 5 | Студент отвечает на тест, состоящий из 5 случайным образом подобранных вопросов, правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл. Время на прохождение тестирования - 15 минут. Студенту дается одна попытка для написания теста в указанный промежуток времени.  | экзамен |
| 4 | 1 | Текущий контроль | Тест по разделу 4                              | 1 | 5 | Студент отвечает на тест, состоящий из 5 случайным образом подобранных вопросов, правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл. Время на прохождение тестирования - 15 минут. Студенту дается одна попытка для написания теста в указанный промежуток времени.  | экзамен |
| 5 | 1 | Текущий контроль | Тест по разделу 5                              | 1 | 5 | Студент отвечает на тест, состоящий из 5 случайным образом подобранных вопросов, правильный ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл. Время на прохождение тестирования - 15 минут. Студенту дается одна попытка для написания теста в указанный промежуток времени.  | экзамен |
| 6 | 1 | Текущий контроль | Контрольная работа 1 (Введение в теорию чисел) | 5 | 5 | Работа содержит 6 задач по разделу «Введение. Теория множеств, целые числа, доказательства». Вариант формируется автоматически с помощью системы «Электронный ЮУрГУ» на основе загруженных в банк вопросов заданий. Задачи выдаются и решаются только во время практического занятия на листочках. При наличии | экзамен |

|   |   |                  |                                  |   |   |  |         |
|---|---|------------------|----------------------------------|---|---|--|---------|
|   |   |                  |                                  |   |   | уважительной документально-подтвержденной причины отсутствия на занятии, контрольная может быть написана онлайн. Максимальная оценка за каждое задание – 1 балл. Каждое задание оценивается пропорционально правильности и полноте приведенного решения. 1 балл – решение полное, комментарии исчерпывающие; 0,75 балла – решение записано не достаточно полно либо имеются незначительные ошибки, 0,5 балла – в решении присутствуют серьезные недочеты либо решение изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях, 0,25 балла – приведены верные мысли, но решение изложено в общих чертах, не до конца, либо имеются грубые ошибки в логике рассуждений, 0,10 балла – приведены верные идеи на начальном этапе решения; 0 баллов – решение не приведено либо не соответствует поставленной задаче).   |         |
| 7 | 1 | Текущий контроль | Контрольная работа 2 (Алгоритмы) | 4 | 4 | Работа содержит 4 задач по разделу «Алгоритмы и рекурсия». Вариант формируется автоматически с помощью системы «Электронный ЮУрГУ» на основе загруженных в банк вопросов заданий. Задачи выдаются и решаются только во время практического занятия на листочках. При наличии уважительной документально-подтвержденной причины отсутствия на занятии, контрольная может быть написана онлайн. Максимальная оценка за каждое задание – 1 балл. Каждое задание оценивается пропорционально правильности и полноте приведенного решения. 1 балл – решение полное, комментарии исчерпывающие; 0,75 балла – решение записано не достаточно полно либо имеются незначительные ошибки, 0,5 балла – в решении присутствуют серьезные недочеты либо решение изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях, 0,25 балла – приведены верные мысли, но решение изложено в общих чертах, не до конца, либо имеются грубые ошибки в логике рассуждений, 0,10 балла – приведены верные идеи на | экзамен |

|   |   |                          |                                      |   |    |  |         |
|---|---|--------------------------|--------------------------------------|---|----|--|---------|
|   |   |                          |                                      |   |    | начальном этапе решения; 0 баллов – решение не приведено либо не соответствует поставленной задаче).   |         |
| 8 | 1 | Текущий контроль         | Контрольная работа 3 (комбинаторика) | 5 | 5  | Работа содержит 5 задач по разделу «Комбинаторика». Вариант формируется автоматически с помощью системы «Электронный ЮУрГУ» на основе загруженных в банк вопросов заданий. Задачи выдаются и решаются только во время практического занятия на листочках. При наличии уважительной документально-подтвержденной причины отсутствия на занятии, контрольная может быть написана онлайн. Максимальная оценка за каждое задание – 1 балл. Каждое задание оценивается пропорционально правильности и полноте приведенного решения. 1 балл – решение полное, комментарии исчерпывающие; 0,75 балла – решение записано не достаточно полно либо имеются незначительные ошибки, 0,5 балла – в решении присутствуют серьезные недочеты либо решение изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях, 0,25 балла – приведены верные мысли, но решение изложено в общих чертах, не до конца, либо имеются грубые ошибки в логике рассуждений, 0,10 балла – приведены верные идеи на начальном этапе решения; 0 баллов – решение не приведено либо не соответствует поставленной задаче). | экзамен |
| 9 | 1 | Промежуточная аттестация | Экзаменационное задание              | - | 30 | Студенту выдается случайным образом три задачи по пройденному материалу (см. контрольные работы 1-3). По каждому пройденному разделу – одна задача. Необходимо представить максимально полное решение каждой задачи. Каждая правильно решенная задача оценивается в 10 баллов.<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 – решение полное, комментарии исчерпывающие;</li> <li>• 9 – решение полное, но имеются единичные арифметические ошибки;</li> <li>• 8 – решение записано не достаточно полно либо имеются незначительные ошибки,</li> <li>• 7 – решение записано не достаточно полно, к тому же имеется ряд незначительных ошибок;</li> </ul>   | экзамен |

|    |   |       |                  |   |   |   |         |
|----|---|-------|------------------|---|---|---|---------|
|    |   |       |                  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 – решение записано не достаточно полно, имеется ряд ошибок</li> <li>• 5 – в решении присутствуют серьезные недочеты либо решение изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях,</li> <li>• 4 – в решении присутствуют серьезные недочеты либо решение изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях, и грубыми вычислительными ошибками,</li> <li>• 3 – приведены верные мысли, но решение изложено в общих чертах, не до конца, либо имеются грубые ошибки в логике рассуждений,</li> <li>• 2 – приведены верные идеи на начальном этапе решения;</li> <li>• 1 – верно определен ход решения, но дальнейшая информация отсутствует;</li> <li>• 0 – решение не приведено либо не соответствует поставленной задаче).</li> </ul> <p>Время решения 1 час 30 минут.</p> |   |         |
| 10 | 1 | Бонус | Бонусное задание | - | 15  | <p>Студент реализует на одном из языков программирования (либо в эл.таблицах) решение задачи определения коэффициента в разложении многочлена с использованием полиномиальной формулы в общем виде. Студент может выполнить задание и набрать в общей сложности до 15 баллов.</p> <p>1. Решение задачи с помощью MS Excel и ей подобных средств для фиксированной задачи - до 5 баллов (5 - решение полное, ход решения полностью приведен на листе, 4 - решение полное, но ход решения приведен не полностью, 3 - решение получено, но ход решения приводится в общих чертах, 2 - приводится правильный ответ, ход решения приведен с ошибками, 1 - приведен только верный ответ)</p> <p>2. Решение задачи с помощью MS Excel и ей подобных средств для произвольной задачи - +5 баллов к п.1 (5 - пользователь может ввести условие произвольной задачи и моментально получить развернутое подробное решение, 4 - пользователь может ввести условие задачи для многочлена определенной степени и моментально получить развернутое подробное решение, 3 - пользователь</p> | экзамен |

|    |   |                  |   |   |  |  |         |
|----|---|------------------|---|---|--|--|---------|
|    |   |                  |   |   | <p>может ввести условие задачи и получить решение в общих чертах, 2 - возможность для ввода значений необоснованно ограничена определенными значениями либо получаемое решение записано необоснованно кратко, 1 - выдается только верный ответ для введенных значений)</p> <p>3. Создание программного модуля на языке программирования (5 баллов - те же критерии, что в п.1 + 5 баллов - те же критерии, что и в п.2 + 5 баллов:</p> <p>1 балл - комментарии в программе;<br/> 1 балл - использование эффективных структур данных;<br/> 1 балл - ввод-вывод из файла;<br/> 1 балл - удобный интерфейс для пользователя;<br/> 1 балл - возможность работы с большими объемами данных)</p> |  |         |
| 11 | 2 | Текущий контроль | Контрольная работа 4 (введение в теорию графов) | 5 | 5  | <p>Работа содержит 5 задач по разделу «Введение в теорию графов». Вариант формируется автоматически с помощью системы «Электронный ЮУрГУ» на основе загруженных в банк вопросов заданий. Задачи выдаются и решаются только во время практического занятия на листочках. При наличии уважительной документально-подтвержденной причины отсутствия на занятии, контрольная может быть написана онлайн. Максимальная оценка за каждое задание – 1 балл. Каждое задание оценивается пропорционально правильности и полноте приведенного решения. 1 балл – решение полное, комментарии исчерпывающие; 0,75 балла – решение записано не достаточно полно либо имеются незначительные ошибки, 0,5 балла – в решении присутствуют серьезные недочеты либо решение изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях, 0,25 балла – приведены верные мысли, но решение изложено в общих чертах, не до конца, либо имеются грубые ошибки в логике рассуждений, 0,10 балла – приведены верные идеи на начальном этапе решения; 0 баллов – решение не приведено либо не соответствует поставленной задаче).</p> | экзамен |

|    |   |                  |  |   |   |  |         |
|----|---|------------------|--|---|---|--|---------|
| 12 | 2 | Текущий контроль | Контрольная работа 5 (прикладные задачи теории графов) | 4 | 4 | Работа содержит 4 задач по разделу «Прикладные задачи теории графов». Вариант формируется автоматически с помощью системы «Электронный ЮУрГУ» на основе загруженных в банк вопросов заданий. Задачи выдаются и решаются только во время практического занятия на листочках. При наличии уважительной документально-подтвержденной причины отсутствия на занятии, контрольная может быть написана онлайн. Максимальная оценка за каждое задание – 1 балл. Каждое задание оценивается пропорционально правильности и полноте приведенного решения. 1 балл – решение полное, комментарии исчерпывающие; 0,75 балла – решение записано не достаточно полно либо имеются незначительные ошибки, 0,5 балла – в решении присутствуют серьезные недочеты либо решение изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях, 0,25 балла – приведены верные мысли, но решение изложено в общих чертах, не до конца, либо имеются грубые ошибки в логике рассуждений, 0,10 балла – приведены верные идеи на начальном этапе решения; 0 баллов – решение не приведено либо не соответствует поставленной задаче). | экзамен |
| 13 | 2 | Текущий контроль | Проверочная работа "Сетевые графики"                   | 2 | 2 | Задание выполняется в течение 40 минут и оценивается в 2 балла<br>1. Построение сетевого графика (0,5 балла)<br>2. Нахождение критического пути (ожидаемой продолжительности) (0,5 балла)<br>3. Нахождение всех резервов выполнения работ для ожидаемой продолжительности (0,5 балла)<br>4. Нахождение вероятности завершения проекта за 21 неделю (0,25 балла)<br>5. Нахождение вероятности завершения проекта за 25 недель (0,25 балла)  | экзамен |
| 14 | 2 | Текущий контроль | Проверочная работа "Потоки в сетях"                    | 2 | 2 | Студенту во время занятия предлагается случайным образом выбранный вариант задачи. Задание выполняется в течение 40 минут и оценивается в 2 балла<br>1. Построение полного потока (0,5   | экзамен |

|    |   |                          |                                     |   |    |  |         |
|----|---|--------------------------|-------------------------------------|---|----|--|---------|
|    |   |                          |                                     |   |    | балла)<br>2. Построение максимального потока (или доказательство, что найденный полный поток является максимальным) (1 балл)<br>3. Нахождение величины потока (0,5 балла)  |         |
| 15 | 2 | Промежуточная аттестация | Экзаменационное задание (2 семестр) | - | 40 | <p>Студенту выдается задание, состоящее из 4 случайно подобранных задач из разных разделов курса (см. контрольные работы 4-6). Необходимо представить максимально полное решение каждой задачи. Каждая правильно решенная задача оценивается в 10 баллов.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 – решение полное, комментарии исчерпывающие;</li> <li>• 9 – решение полное, но имеются единичные арифметические ошибки;</li> <li>• 8 – решение записано не достаточно полно либо имеются незначительные ошибки,</li> <li>• 7 – решение записано не достаточно полно, к тому же имеется ряд незначительных ошибок;</li> <li>• 6 – решение записано не достаточно полно, имеется ряд ошибок</li> <li>• 5 – в решении присутствуют серьезные недочеты либо решение изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях,</li> <li>• 4 – в решении присутствуют серьезные недочеты либо решение изложено поверхностно, с пробелами в рассуждениях, и грубыми вычислительными ошибками,</li> <li>• 3 – приведены верные мысли, но решение изложено в общих чертах, не до конца, либо имеются грубые ошибки в логике рассуждений,</li> <li>• 2 – приведены верные идеи на начальном этапе решения;</li> <li>• 1 – верно определен ход решения, но дальнейшая информация отсутствует;</li> <li>• 0 – решение не приведено либо не соответствует поставленной задаче).</li> </ul> <p>Время прохождения тестирования 1 час 30 минут.</p> | экзамен |
| 16 | 2 | Бонус                    | Бонусное задание (2 семестр)        | - | 15 | Студент реализует на одном из языков программирования (либо в эл.таблицах) решение задачи, предложенной преподавателем (по тематике курса в данном семестре), в  | экзамен |

|    |   |                  |  |    |  |  |         |
|----|---|------------------|--|----|--|--|---------|
|    |   |                  |  |    | <p>общем виде. Студент может выполнить задание и набрать в общей сложности до 15 баллов.</p> <p>1. Решение задачи с помощью MS Excel и ей подобных средств для фиксированной задачи - до 5 баллов (5 - решение полное, ход решения полностью приведен на листе, 4 - решение полное, но ход решения приведен не полностью, 3 - решение получено, но ход решения приводится в общих чертах, 2 - приводится правильный ответ, ход решения приведен с ошибками, 1 - приведен только верный ответ)</p> <p>2. Решение задачи с помощью MS Excel и ей подобных средств для произвольной задачи - +5 баллов к п.1 (5 - пользователь может ввести условие произвольной задачи и моментально получить развернутое подробное решение, 4 - пользователь может ввести условие задачи для многочлена определенной степени и моментально получить развернутое подробное решение, 3 - пользователь может ввести условие задачи и получить решение в общих чертах, 2 - возможность для ввода значений необоснованно ограничена определенными значениями либо получаемое решение записано необоснованно кратко, 1 - выдается только верный ответ для введенных значений)</p> <p>3. Создание программного модуля на языке программирования (5 баллов - те же критерии, что в п.1 + 5 баллов - те же критерии, что и в п.2 + 5 баллов:</p> <p>1 балл - комментарии в программе;<br/> 1 балл - использование эффективных структур данных;<br/> 1 балл - ввод-вывод из файла;<br/> 1 балл - удобный интерфейс для пользователя;<br/> 1 балл - возможность работы с большими объемами данных)</p> |  |         |
| 17 | 2 | Текущий контроль | Практическая работа по программированию «Кодирование графов» | 10 | 10   | <p>Работа оценивается в 10 баллов. В работе должно быть реализовано 6 преобразований между 3 типами представления:</p> <p>1. Описание класса Graph (1 балл)<br/> 2. Описание методов класса Graph (1 балл)<br/> 3. Описание 6 методов для попарных</p> | экзамен |

|    |   |                  |   |    |    |  |         |
|----|---|------------------|---|----|----|--|---------|
|    |   |                  |   |    |    | преобразований типов (1 балл за каждое преобразование)<br>4. Функция main() для запуска цепочки преобразований (1 балл)<br>5. Составление отчета по выполненной работе (1 балл)  |         |
| 18 | 2 | Текущий контроль | Практическая работа по программированию «Прикладные задачи теории графов» | 10 | 10 | Студенту дается на выбор одна из прикладных задач с исходными данными большой размерности:<br>1. Алгоритмы поиска остовного дерева минимального веса;<br>2. Алгоритмы построения эйлеровых циклов и цепей;<br>3. Алгоритм построения максимального паросочетания;<br>4. Алгоритм Форда-Фалкерсона для поиска максимального потока.<br>Студент пишет программу на языке C++, решающую поставленную задачу, и загружает ее для последующей проверки преподавателем и на сервере. Максимальный балл - 10. Оценка выставляется пропорционально количеству пройденных на сервере тестов за уникальный программный код (выполняется проверка кода на плагиат). | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения   | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|--|---|
| экзамен                      | <p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %.<br/>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p> <p>Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации: решения задач по тематике курса. Задания подбираются случайным образом из имеющихся в банке заданий в системе edu.susu.ru. Требуется решить 4 задачи. На выполнение работы дается 1 час 30 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |





Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.       | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|--------------|--|
| Практические занятия и семинары | 1013<br>(36) | Доска  |
| Лекции                          | 434<br>(36)  | Компьютер, проектор  |