



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Математики

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«22» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дискретная математика: математическая логика и теория графов

направление подготовки/специальность 09.03.03 Прикладная информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Прикладная информатика

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

ознакомление с отдельными разделами дискретной математики такими, как

- рекуррентные последовательности и производящие функции;
- математическая логика и булевы функции;
- объектами из области теории графов и представление сложных практических оптимизационных

задач при помощи графовых моделей.

ознакомление и овладение техниками и методами

- решения рекуррентно заданных последовательностей;
- описания объектов на языке булевых функций;
- вычисления и преобразования логических формул и булевых функций;
- описания объектов в области теории графов;

формирование

- практических навыков построения и исследования графовых моделей;
- способностей к анализу систем и процессов, представленных в виде булевых функций, графов

и сетей.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Осуществляет выбор метода математического анализа и моделирования для решения сформулированной задачи профессиональной деятельности	знает основные методы работы с рекуррентно заданными функциями, производящими функциями, основы математической логики и применение булевых функций, возможности кибернетики при решении сложных практических задач дискретной оптимизации, принципы построения моделей на графах и решаемых на их задачи. умеет применять полученные знания для решения рекуррентных соотношений, моделировании систем с помощью булевых функций, постановки задач и моделировании в теории графов, при анализе практических задач дискретной оптимизации. владеет навыками техниками дискретной математики для решения задач математической логики, теории графов, основных задач дискретной оптимизации.

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.13.03 основной профессиональной образовательной программы 09.03.03 Прикладная информатика и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Линейная алгебра и аналитическая геометрия	ОПК-1.2

знания:

- основы теории множеств, изучаемых в курсе математического анализа: определение, способы задания, основные операции, отображения множеств, типы отображений, суперпозиция отображений.

- разделы линейной алгебры: матрицы, определители, собственные числа, собственные векторы

умения:

- ориентироваться в теоретико-множественных понятиях математического анализа

- вычислять матриц характеристики: определитель, ранг матрицы, собственное число

владения:

- стандартными методами работы с множествами

- инструментарием линейной алгебры

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Линейное и нелинейное программирование	ОПК-1.4, ОПК-2.3
2	Интеллектуальные системы и нейронные сети	ОПК-2.1, ОПК-2.3, ОПК-7.2
3	Основы компьютерных технологий в принятии решений	ОПК-6.1, ОПК-6.2

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			3
Контактная работа	80		80
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	64	0	64
Иная контактная работа, в том числе:	0,25		0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)			
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))			
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	8,75		8,75
Самостоятельная работа (СР)	55		55
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	144		144
зачетные единицы:	4		4

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Основы Кибернетики и дискретная математика.										
1.1.	Основы кибернетики. Дискретная математики.	3	2						2	ОПК-1.2	
2.	2 раздел. Элементы комбинаторики										
2.1.	Элементы комбинаторики	3			12			8	20	ОПК-1.2	
3.	3 раздел. Элементы математической логики										
3.1.	Элементы математической логики	3	4		12			18	34	ОПК-1.2	
4.	4 раздел. Элементы теории графов										
4.1.	Элементы теории графов	3	10		40			29	79	ОПК-1.2	
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Зачет с оценкой	3							9	ОПК-1.2	

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Основы кибернетики. Дискретная математика.	Основы кибернетики. Дискретная математика. Наука кибернетика, ее задачи и цели. Дискретная математика, как одна из ветвей кибернетики. Многочисленные разделы дискретной математики, их цели и приложения.
3	Элементы математической логики	Алгебра высказываний. Основные понятия, операции, свойства, законы алгебры высказываний.
3	Элементы математической логики	Булева алгебра и булевы функции. Булева функция как функция от логических переменных. Теорема о числе булевых функций от n переменных. Эквивалентность булевых функций. Закон двойственности. Полнота булевой алгебры. Алгебра Жегалкина.
4	Элементы теории графов	Графы. Основные понятия, типы и виды графов. Графы. Способы задания, описание графа, мультиграф, псевдограф, оргграф, взвешенный граф, изоморфизм графов, связность графа.
4	Элементы теории графов	Деревья. Деревья. Основные понятия, свойства, типы деревьев. Задачи, решаемые с помощью деревьев.
4	Элементы теории графов	Типовые задачи и алгоритмы на графах. Задачи поиска, сортировки, упорядочивания, раскраски графа.

4	Элементы теории графов	Сети. Сети, потоки в сетях.
---	------------------------	--------------------------------

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
2	Элементы комбинаторики	Комбинаторные объекты. Основные комбинаторные формулы (перестановки, сочетания, размещения). Бином Ньютона, биномиальные коэффициенты и их применение при вычислении комбинаторных формул.
2	Элементы комбинаторики	Производящие функции Элементарные производящие функции. Формальные ряды, действия с формальными рядами.
2	Элементы комбинаторики	Комбинаторные задачи. Применение производящих функций в комбинаторике и теории вероятностей Производящие функций комбинаторных объектов. Доказательство комбинаторных тождеств.
2	Элементы комбинаторики	Однородные рекуррентных уравнения. Метод характеристических уравнений. Рекуррентное задание последовательностей с частичной и полной предысторией. Решение однородных рекуррентных уравнений с помощью характеристических уравнений. Общий вид решения рекуррентного уравнения.
2	Элементы комбинаторики	Неоднородные рекуррентных уравнения. Метод характеристических уравнений. Решение неоднородных рекуррентных уравнений с помощью характеристических уравнений. Нахождение частного решения в зависимости от вида правой части.
2	Элементы комбинаторики	Применение производящих функций к решению рекуррентных уравнений. Решение рекуррентных уравнений с помощью производящих функций.
3	Элементы математической логики	Алгебра высказываний. Основные операции, законы. Логические формулы. Операции над логическими элементами, логические формулы. Таблица истинности. Вычисляемость логической формулы.
3	Элементы математической логики	Эквивалентные преобразования формул. Эквивалентные преобразования логических формул. Тавтологическая истина и тавтологическая ложь. Проверка формул на эквивалентность.
3	Элементы математической логики	Конъюнктивные и дизъюнктивные нормальные и совершенные формы. Получение для логической функции конъюнктивной нормальной формы (КНФ), дизъюнктивной нормальной формы (ДНФ) и их совершенных форм (СДНФ и СКНФ) с помощью таблицы истинности и через эквивалентные преобразования.
3	Элементы математической логики	Полином Жегалкина Получение для булевой функции полинома Жегалкина с помощью эквивалентных преобразований и методом неопределенных коэффициентов.
3	Элементы	Минимизация булевых функций.

	математической логики	Минимизация булевых функций с помощью - метода неопределенных коэффициентов; - метода Квайна; - метода Квайна-МакКласки; - метода карт Карно.
4	Элементы теории графов	Графы. Основные понятия, типы и виды графов. Способы задания графа, его элементы. Построение графа заданного типа/вида. Определение типа/вида заданного графа. Определение связности графа и его компонент связности. Подграф.
4	Элементы теории графов	Операции над графами. Операции над графами: дополнение, удаление вершины/ребра, добавление вершины/ребра, объединение, пересечение, соединение, стыковка, произведение. Алгоритм связности графа.
4	Элементы теории графов	Метрические характеристики графа. Маршрут, длина маршрута, цепь, цикл. Эксцентриситет вершины, радиус, диаметр, центр графа.
4	Элементы теории графов	Эйлеров и Гамильтонов графы. Эйлеров граф. Необходимое и достаточное условие эйлеровости графа. Необходимое и достаточное условие существования эйлеровой цепи в графе. Алгоритм Флери (поиск эйлерова цикла в эйлеровом графе). Гамильтонов граф. Задача коммивояжера на гамильтоновом графе и алгоритм "ближайшего соседа" для ее решения.
4	Элементы теории графов	Матричный подход. Матрица смежности, матрица инцидентности. Восстановление графа по этим матрицам. Список смежности/инцидентности. Определение изоморфизма графов по их матрицам смежности. Определение параметров графа через элементы матрицы смежности. Теорема о количестве маршрутов между вершинами и ее следствия. Матрица достижимости. Определение компонент связности по матрице смежности.
4	Элементы теории графов	Деревья. Основные понятия, построение дерева из произвольного графа. Циклы и деревья, цикломатическое число. Остовое дерево, стягивающее дерево. Матрица Кирхгофа и теорема Кирхгофа о числе остовных деревьев в связном графе. Алгоритм поиска остова минимального веса (алгоритм Крускала). Задача Штейнера.
4	Элементы теории графов	Алгоритмы обхода графа в ширину и в глубину. Алгоритмы обхода графа в ширину и в глубину.
4	Элементы теории графов	Поиск путей в графе и орграфе. Алгоритм Терри и алгоритм фронта волны.
4	Элементы теории графов	Поиск кратчайших путей во взвешенном графе. Алгоритмы Дейкстры и Беллмана-Форда, Флойда-Уоршола
4	Элементы теории графов	топологическая сортировка. Алгоритм топологической сортировки.
4	Элементы теории графов	Упорядочивание графа. Алгоритм Фалкерсона.
4	Элементы теории графов	Планарные графы. Критерий планарности. Плоская триангуляция. Теорема Эйлера и её

		следствия. Укладка на сфере. Максимально плоский граф.
4	Элементы теории графов	Раскраски. Хроматическое число графа. Оценки хроматического числа. Алгоритмы последовательной раскраски. Вершинная k-раскраска. Правильная раскраска. Карта. k-раскраска карты. Гипотеза 4-ех красок.
4	Элементы теории графов	Сети. Определение максимального потока на графе. Алгоритм Форда-Фалкерсона.

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
2	Элементы комбинаторики	Бином Ньютона и его преобразования. Изучение материалов по теме.
2	Элементы комбинаторики	Решение рекуррентных уравнений методом характеристического уравнения. Изучение материалов темы.
2	Элементы комбинаторики	Решение характеристического уравнения с помощью производящих функций. Изучение материалов темы.
3	Элементы математической логики	Законы логики и эквивалентные преобразования логических формул. Изучение материалов темы.
3	Элементы математической логики	Построение СДНФ и СКНФ. Изучение материалов темы.
3	Элементы математической логики	Построение полинома Жегалкина. Изучение материалов темы.
3	Элементы математической логики	Минимизация булевых функций Изучение материалов темы.
3	Элементы математической логики	Законы алгебры высказываний Изучение материалов по теме.
4	Элементы теории графов	Построение графа заданного типа/вида. Определение вида/типа графа. Операции над графами. Изучение материалов темы.
4	Элементы теории графов	Метрические характеристики графа. Изучение материалов темы.
4	Элементы теории графов	Построение матриц смежности и инцидентности, определение параметров графа по ним. Изучение материалов темы.
4	Элементы теории графов	Изучение алгоритмов, решающих задачи на деревьях. Изучение материалов по теме.
4	Элементы теории графов	Алгоритмы обходов графа. Изучение материалов по теме.
4	Элементы теории графов	Поиск путей в графах (произвольных, кратчайших, с иными заданными характеристиками). Изучение материалов по теме.
4	Элементы теории графов	Алгоритмы раскраски графа.

	графов	Изучение материалов по теме.
4	Элементы теории графов	Алгоритм определения максимального потока в сети. Изучение материалов по теме.

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка докладов и сообщений;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачёту с оценкой.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях в рамках выполнения практических заданий, решения тестов.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является зачет с оценкой. Зачет проводится по расписанию сессии. Форма проведения зачёта – устная. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Основы кибернетики. Дискретная математика.	ОПК-1.2	устный опрос
2	Элементы комбинаторики	ОПК-1.2	устный опрос, решение задач
3	Элементы математической логики	ОПК-1.2	Устный опрос, решение задач. Контрольная работа - часть 1.
4	Элементы теории графов	ОПК-1.2	Устный опрос, решение задач. Контрольная работа - часть 2.
5	Зачет с оценкой	ОПК-1.2	решение задач, собеседование

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ОПК-1.2

Контрольная работа №1

Тема: математическая логика и булевы функции

Задание:

1. проверить на эквивалентность заданные формулы математической логики
2. для заданной булевой функции
 - 2а) найти СДНФ (или СКНФ)
 - 2б) построить полином Жегалкина
 - 2в) минимизировать функцию

Контрольная работа №2

Тема: Основные понятия теории графов

Вариант 1

Задание:

- 1) Для заданного графа
 - 1а) нарисовать изоморфный граф
 - 1б) нарисовать дополнительный граф
 - 1в) найти диаметр и центр графа
 - 1г) определить количество простых циклов графе
 - 1д) выделить остовное дерево и найти цикломатическое число графа
 - 1е) найти матрицу смежности
 - 1ж) найти матрицу инцидентности
 - 1з) проанализировать матрицу достижимости
 - 1и) найти матрицу Кирхгофа

Вариант 2

Задание:

- 1) По заданной матрице смежности (или инцидентности)
 - 1) Для заданного графа
 - 1а) нарисовать изоморфный граф
 - 1б) нарисовать дополнительный граф
 - 1в) найти диаметр и центр графа
 - 1г) определить количество простых циклов графе
 - 1д) выделить остовное дерево и найти цикломатическое число графа
 - 1е) найти матрицу смежности
 - 1ж) найти матрицу инцидентности
 - 1з) проанализировать матрицу достижимости
 - 1и) найти матрицу Кирхгофа

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Рекуррентное задание последовательности. Последовательность Фибоначчи.
2. Проблема определения формулы общего члена рекуррентной последовательности.
3. Метод решения однородных рекуррентных уравнений.
4. Метод решения неоднородных рекуррентных уравнений.
5. Элементарные производящие функции.
6. Метод решения рекуррентных соотношений с помощью производящих функций.
7. Представление функций алгебры логики (ФАЛ) дизъюнктивными нормальными формами (ДНФ) и конъюнктивными нормальными формами (КНФ).
8. Совершенная ДНФ (КНФ) и критерий ее единственности.
9. Задача минимизации ДНФ (КНФ).
10. Определение графа. Смежность. Инцидентность. Ориентированный граф
11. Подграфы. Остовный граф.
12. Изоморфизм графов. Определение, примеры.
13. Операции над графами.
14. Маршрут, цепь, простая цепь, цикл, простой цикл.
15. Степени вершин графов. Лемма о рукопожатиях.
16. Матрицы, ассоциированные с графом. Определения.

17. Метрические характеристика графа – эксцентриситет вершины, диаметр, радиус и центр графа.

18. Деревья и лес. Остовное дерево. Цикломатическое число.
19. Алгоритмы построения остова минимального веса
20. Теорема Кирхгофа (о числе остовных деревьев в связном графе)
21. Плоские и планарные графы. Теорема Эйлера. Укладка на сфере
22. Плоская триангуляция. Критерий планарности
23. Связность. Мосты. Точки сочленения. Алгоритм связности.
24. Вершинная k-раскраска. Правильная раскраска. Хроматическое число графа.
25. Алгоритм последовательной раскраски. Оценки хроматического числа
26. Карта. k-раскраска карты. Гипотеза 4-ех красок.
27. Эйлеровы и Гамильтоновы графы.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Решение однородных рекуррентных уравнений.
2. Решение неоднородных рекуррентных уравнений.
3. Использование производящих функций для решения рекуррентных соотношений
4. Эквивалентные преобразования логических формул.
5. Построение конъюнктивные и дизъюнктивные нормальные и совершенные формы для заданной булевой функции.
6. Построение полинома Жегалкина.
7. Минимизация булевых функций.
8. Построение матриц инцидентности, смежности и анализ графа с их помощью.
9. Построение цикла/цепи заданной длины и с определенными характеристиками.
10. Построение остовного дерева.
11. Раскраска графа.
12. Топологическая сортировка.
13. Поиск путей в графах и орграфах (алгоритм Терри и алгоритм фронта волны).
14. Поиск кратчайшего пути во взвешенном орграфе.
15. Алгоритм Крускала (поиск остова минимального веса во взвешенном графе).

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой. Зачет с оценкой проводится в форме собеседование.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
знания	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Полякова О. Р., Элементы теории графов и комбинаторики, СПб., 2017	http://ntb.spbgasu.ru/elib/00789/
2	Лихтарников Л. М., Сукачева Т. Г., Математическая логика. Курс лекций. Задачник-практикум и решения, Санкт-Петербург: Лань, 2021	https://e.lanbook.com/book/167754
3	Гисин В. Б., Дискретная математика, Москва: Юрайт, 2022	https://urait.ru/bcode/489055
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Емеличев В. А., Мельников О. И., Сарванов В. И., Тышкевич Р. И., Лекции по теории графов, М.: ЛЕНАНД, 2015	ЭБС
2	Судоплатов С. В., Овчинникова Е. В., Математическая логика и теория алгоритмов, Москва: Издательство Юрайт, 2019	https://urait.ru/bcode/432018
1	Харари Ф., Козырев В. П., Гаврилов Г. П., Теория графов, М.: ЛЕНАНД, 2015	ЭБС

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Основы кибернетики, теория графов и дискретная математика	https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=4362

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/
Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	www.ras.ru
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	www2.viniti.ru
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru

Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	https://www.studentlibrary.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.
Microsoft Office 2016	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г Программные продукты Майкрософт, договор № Д32009689201 от 18.12.2020 с АО "СофтЛайн Трейд": Windows 10, Project Professional 2016, Visio Professional 2016, Office 2016.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
07. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
07. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт. - ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016

07. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудио-система), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
---	--

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.