



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Математики

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

С.В. Михайлов

«29» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основы кибернетики и теория графов

направление подготовки/специальность 01.03.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Прикладная математика и информатика

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2021

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

- обучение студентов основам кибернетики, как науки об управлении, методам кибернетики, средствам математического описания процессов управления
- развитие системного мышления
- формирование научного мировоззрения
- углубление математических знаний в области теории графов
- формирование практических навыков построения и исследования графовых моделей, способностей к анализу систем и процессов, представленных в виде графов и сетей
- наработка практических умений моделировать сложные системы и процессы
- освоение студентами необходимого комплекса знаний и умений пользоваться кибернетическими методами и математическим аппаратом
- знакомство студентов с методами представления сложных практических оптимизационных задач при помощи графовых моделей
- овладение возможностями использования аппарата теории графов и методами решения задач на графах.

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 фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 знает основные понятия и методы фундаментальных математических дисциплин	знает возможности кибернетики при решении сложных практических задач дискретной оптимизации. умеет применять анализ при решении и анализе практических задач владеет навыками моделями кибернетики

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.13 основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к обязательной части учебного плана.

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

Программные и аппаратные средства информатики

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Дискретная математика	ОПК-1.1, ОПК-1.2

2.1.	Основные понятия теории графов	2	4		2				6	ОПК-1.1
2.2.	Матрицы, ассоциированные с графом.	2			4			10	14	ОПК-1.1
2.3.	Метрические характеристики графов	2			4				4	ОПК-1.1
2.4.	Деревья	2			4			4	8	ОПК-1.1
2.5.	Планарные графы	2			4				4	ОПК-1.1
2.6.	Раскраски	2			4			4	8	ОПК-1.1
3.	3 раздел. Элементы математической логики									
3.1.	Булева алгебра	2	4		8				12	ОПК-1.1
3.2.	Исчисление высказываний	2			4			6	10	ОПК-1.1
3.3.	Логика предикатов	2			4				4	ОПК-1.1
3.4.	Теория алгоритмов	2	4		4				8	ОПК-1.1
3.5.	Нечеткие множества	2	2		6				8	ОПК-1.1
4.	4 раздел. Контроль									
4.1.	экзамен	2							36	ОПК-1.1

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Комбинаторные формулы	генерация комбинаторных объектов Поиск с возвратом, генерация размещений с повторениями
3	Основные понятия теории графов	Теоретико-множественное определение графа. Вершины, ребра. Мультиграф, псевдограф, ориентированный граф. Изоморфизм графов
3	Основные понятия теории графов	Операции над графами Объединение, произведение, композиция графов. Отождествление вершин, стягивание ребер. n-мерный куб. Связность, компоненты связности
9	Булева алгебра	Функции алгебры логики. Основные формулы алгебры логики
12	Теория алгоритмов	Рекурсивные функции Общие сведения об алгоритмах.
13	Нечеткие множества	Нечеткие отношения Нечеткие множества и функция принадлежности

5.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Комбинаторные формулы	Основные формулы комбинаторики Размещения, сочетания, повторения
2	Латинские квадраты	Изоморфизм латинских квадратов Определение латинских квадратов. Понятие изоморфизма
3	Основные понятия теории графов	Полный граф. Подграфы. Остовный граф. Колода. Гипотеза вершинной реконструируемости. Гипотеза реберной

		реконструируемости
4	Матрицы, ассоциированные с графом.	Матрица Кирхгофа, матрица инцидентности, матрица смежности. Свойства матриц. Спектр графа. Построение матриц, ассоциированных с графом
5	Метрические характеристики графов	Метрика. Метрические характеристики Маршрут, длина маршрута, цепь, цикл, обхват. Радиус, диаметр, эксцентриситет графа. Абсолютный центр графа
6	Деревья	Лес и деревья. Алгоритмы построения минимального остова Дерево. Лес Остовное дерево. Теорема о числе удаляемых ребер. Цикломатическое число. Теорема о центре дерева. Построение остова минимального веса.
7	Планарные графы	Критерий планарности. Плоская триангуляция Теорема Эйлера и её следствия. Укладка на сфере. Максимально плоский граф
8	Раскраски	χ Хроматическое число графа. Алгоритмы последовательной раскраски Вершинная k -раскраска. Правильная раскраска. Хроматическое число графа. Алгоритм последовательной раскраски. Оценки хроматического числа. Карта. k -раскраска карты. Гипотеза 4-ех красок.
9	Булева алгебра	Специальные разложения логических функций Логические функции и их разложения
9	Булева алгебра	Минимизация булевых функций Понятие минимизации. Метод неопределенных коэффициентов
10	Исчисление высказываний	Методы определения общезначимости формул Алгоритм редукции. Метод резолюции
11	Логика предикатов	Основные понятия логики предикатов Логика предикатов. Основные понятия
12	Теория алгоритмов	Нормальные алгоритмы Маркова. Проблемы алгоритмической разрешимости Нормальные алгоритмы Маркова
13	Нечеткие множества	Нечеткий вывод Нечеткие отношения. Нечеткий вывод

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Комбинаторные формулы	Комбинаторные схемы Применение комбинаторных схем
4	Матрицы, ассоциированные с графом.	Вычисление матриц, ассоциированных с графами. Нахождение спектра графа Построение матриц по графам. Нахождение собственных чисел графа
6	Деревья	Алгоритмы Краскала и Прима Построение остова минимального веса
8	Раскраски	Нахождение хроматического числа. Алгоритмы раскраски Раскраска графа. Сравнение алгоритмов раскраски
10	Исчисление высказываний	Свойства основных логических функций. Метод Квайна. Метод карт Карно Методы Карно и Квайна

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 экзамену.

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 экзамен. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения экзамена – устная. Студенты, не сдавшие экзамен, 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	Комбинаторные формулы	ОПК-1.1	решение задач
2	Латинские квадраты	ОПК-1.1	решение задач
3	Основные понятия теории графов	ОПК-1.1	решение задач
4	Матрицы, ассоциированные с графом.	ОПК-1.1	решение задач
5	Метрические характеристики графов	ОПК-1.1	решение задач
6	Деревья	ОПК-1.1	решение задач
7	Планарные графы	ОПК-1.1	решение задач

8	Раскраски	ОПК-1.1	решение задач
9	Булева алгебра	ОПК-1.1	решение задач
10	Исчисление высказываний	ОПК-1.1	решение задач
11	Логика предикатов	ОПК-1.1	решение задач
12	Теория алгоритмов	ОПК-1.1	решение задач
13	Нечеткие множества	ОПК-1.1	решение задач
14	экзамен	ОПК-1.1	ответы на вопросы

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-1.1

Контрольная работа №1

Тема: Основные понятия теории графов

Вариант 1

Задание: Нарисовать связный граф размерами (7, 12). Для построенного графа

- 1) нарисовать колоду
- 2) нарисовать изоморфный граф
- 3) нарисовать дополнительный граф
- 4) найти диаметр графа
- 5) найти центр графа
- 6) определить число независимости графа
- 7) определить кликовое число
- 8) определить хроматическое число
- 9) выделить остовное дерево и найти цикломатическое число графа

Вариант 2

Задание: Нарисовать связный граф размерами (8, 11). Для построенного графа

- 1) нарисовать колоду
- 2) нарисовать изоморфный граф
- 3) нарисовать дополнительный граф
- 4) найти диаметр графа
- 5) найти центр графа
- 6) определить число независимости графа
- 7) определить кликовое число
- 8) определить хроматическое число
- 9) выделить остовное дерево и найти цикломатическое число графа

Контрольная работа №2

Тема: Матричные характеристики графа

Вариант 1

Задание

Нарисовать двусвязный граф (4, 3). Для построенного графа определить

- 1) матрицу смежности
- 2) характеристический полином и ранг графа
- 3) матрицу инцидентности
- 4) матрицу Кирхгофа

Вариант 2

Задание

Нарисовать односвязный граф (4, 4). Для построенного графа определить

- 1) матрицу смежности
- 2) характеристический полином и ранг графа
- 3) матрицу инцидентности
- 4) 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. Представление функций алгебры логики (ФАЛ) дизъюнктивными нормальными форма -ми (ДНФ) и его «геометрическая» интерпретация.
2. Совершенная ДНФ и критерий единственности ДНФ.
3. Тупиковая ДНФ, ядро и ДНФ пересечение тупиковых.
4. ДНФ Квайна, критерий вхождения простых импликант в тупиковые ДНФ и его локальность.
5. Особенности ДНФ линейных и монотонных ФАЛ.
6. Функция покрытия, таблица Квайна и построение всех тупиковых ДНФ.
7. Градиентный алгоритм и оценка длины градиентного покрытия, лемма о «протыкающих» наборах.
8. Использование градиентного алгоритма для построения ДНФ.
9. Задача минимизации ДНФ.
10. Поведение функции Шеннона и оценки типичных значений для ранга и длины ДНФ
11. Алгоритмические трудности минимизации ДНФ и оценки максимальных значений некоторых связанных с ней параметров
12. Определение графа. Смежность. Инцидентность. Ориентированный граф
13. Подграфы. Остовный граф. Колода.

14. Изоморфизм графов. Определение, примеры
15. Операции над графами
16. Маршрут, цепь, простая цепь, цикл, простой цикл, обхват
17. Степени вершин графов. Лемма о рукопожатиях. Регулярные графы
18. Матрицы, ассоциированные с графом. Определения.
19. Ранг графа, характеристический полином
20. Расстояние между вершинами как метрика.
21. Метрические характеристика графа – эксцентриситет вершины, диаметр графа.
22. Деревья и лес. Остовное дерево. Цикломатическое число.
23. Алгоритмы построения остова минимального веса
24. Теорема Кирхгофа (о числе остовных деревьев в связном графе)
25. Независимое множество. Наибольшее множество. Число независимости графа. Оценки
26. Доминирующее множество. Минимальное множество. Наименьшее множество.
27. Клика. Максимальная. Наибольшая. Дополнительный граф
28. Плоские и планарные графы. Теорема Эйлера. Укладка на сфере
29. Плоская триангуляция. Критерий планарности
30. Связность. Мосты. Точки сочленения
31. Вершинная k -раскраска. Правильная раскраска. Хроматическое число графа.
32. Алгоритм последовательной раскраски. Оценки хроматического числа
33. Карта. k -раскраска карты. Гипотеза 4-ех красок.
34. Эйлеровы графы.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Построение матриц инцидентности, смежности
2. Определение циклы, цепи заданной длины
3. Вычисление спектра графа
4. Вычисление хроматического числа
5. Определение кликового числа

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 экзамена

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое

задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен

проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 40 мин.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

	Уровень освоения и оценка
--	---------------------------

Критерии оценивания	Оценка «неудовлетворитель но»	Оценка «удовлетворительн о»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	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.	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

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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.
умения	<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 практические 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>

владение навыками	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.	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.	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.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	---	--	--	---

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
Основная литература		
1	Топунов В. Л., Нечаев В. И., Чирский В. Г., Комбинаторика. Практикум по решению задач, Москва: Московский педагогический государственный университет, 2016	ЭБС
2	Полякова О. Р., Элементы теории графов и комбинаторики, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017	http://www.iprbookshop.ru/74358.html
3	Оре О., Врублевская И. Н., Воробьев Н. Н., Теория графов, М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1968	ЭБС
4	Гринченков Д. В., Потоцкий С. И., Математическая логика и теория алгоритмов для программистов, М.: Кнорус, 2017	ЭБС

5	Лаврентьев М. А., Александров П. С., Андрунакиевич В. А., Ершов Ю. Л., Каргаполов М. И., Колмогоров А. Н., Кострикин А. И., Лавров И. А., Латышев В. Н., Мальцев А. А., Морозов В. В., Никольский С. М., Понтрягин Л. С., Скорняков Л. А., Смирнов Д. М., Соболев С. Л., Старостин А. И., Ширшов А. И., Математическая логика, М.: Наука, 1976	ЭБС
6	Стенли Р., Барвинок А. И., Лодкин А. А., Вершик А. М., Перечислительная комбинаторика, М.: Мир, 1990	ЭБС
7	Виленкин Н. Я., Комбинаторика, М.: Наука, 1969	ЭБС
8	Аляев Ю. А., Тюрин С. Ф., Дискретная математика и математическая логика, М.: Финансы и статистика, 2006	ЭБС
9	Харари Ф., Гаврилов Г. П., Козырев В. П., Теория графов, М.: Мир, 1973	ЭБС
10	Липский В., Евстигнеев В. А., Логинова О. А., Ершов А. П., Комбинаторика для программистов, М.: Мир, 1988	ЭБС
11	Клашанов Ф. К., Дискретная математика. Часть 1. Основы теории множеств и комбинаторика, , 2010	ЭБС
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Полякова О. Р., Элементы теории графов и комбинаторики, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017	ЭБС
2	Сагадеева М. А., Теория графов, Челябинск, Саратов: Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа, 2019	ЭБС
3	Нагел Э., Саппс П., Тарский А., Мальцев А. И., Математическая логика и ее применение, М.: Мир, 1965	ЭБС
4	Зарипова Э. Р., Сопин Э. С., Лабораторный практикум по дискретной математике: комбинаторика, Москва: Российский университет дружбы народов, 2017	ЭБС
5	Адян С. И., Никольский С. М., Математическая логика, теория алгоритмов и теория множеств, М.: Наука, 1973	ЭБС
6	Топунов В. Л., Нечаев В. И., Чирский В. Г., Комбинаторика. Практикум по решению задач, Москва: Московский педагогический государственный университет, 2016	http://www.iprbookshop.ru/72497.html
1	Клашанов Ф. К., Дискретная математика. Часть 1. Основы теории множеств и комбинаторика, , 2010	http://www.iprbookshop.ru/16394.html
2	Калитин Д. В., Калитина О. С., Основы дискретной математики. Теория графов, Москва: Издательский Дом МИСиС, 2017	ЭБС
3	Зарипова Э. Р., Кокотчикова М. Г., Севастьянов Л. А., Лекции по дискретной математике. Математическая логика, Москва: Российский университет дружбы народов, 2014	http://www.iprbookshop.ru/22190.html

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
Курс Moodle "Основы кибернетики и теории графов"	https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=149
Курс Moodle "Математическая логика"	https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=695

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Архив препринтов по физике, математике, компьютерным наукам, статистике, биологии, финансам.	www.arxiv.org

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. 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 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. 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.