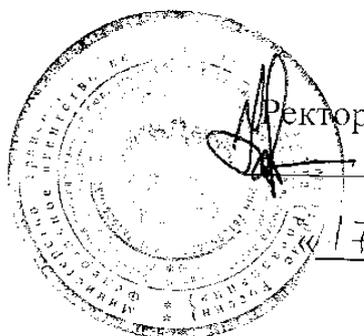




**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВА-
ТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**

УТВЕРЖДАЮ



Ректор

/ Ю.Ю. Михальчевский

« 17 » июня 2021 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория графов и математическая логика

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика

Направленность программы (профиль)
Математическое и программное обеспечение систем управления

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2021

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория графов и математическая логика» является формирование у обучающегося системы знаний в области теории графов и математической логики, а также выработка у обучающихся практических умений и навыков решения прикладных и научно-исследовательских задач с помощью методов теории графов, логических функций и предикатов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование знаний о современных концепциях и моделях теории графов и математической логики;
- приобретение умений выбирать и использовать методы теории графов и математической логики в решении поставленной задачи, применяя теоретические знания;
- овладение навыками применения аппарата теории графов и математической логики в профессиональной деятельности.

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности научно-исследовательского типа.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория графов и математическая логика» представляет собой дисциплину, относящуюся к Обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули).

Дисциплина «Теория графов и математическая логика» базируется на результатах обучения, полученных при изучении школьных курсов математических дисциплин.

Дисциплина «Теория графов и математическая логика» является обеспечивающей для следующих дисциплин: «Уравнения математической физики», «Теория случайных процессов и основы теории массового обслуживания», «Архитектура электронно-вычислительных машин».

Дисциплина изучается в 3 и 4 семестрах.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Теория графов и математическая логика» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции/ индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ОПК-2	Способен обоснованно выбирать, дорабатывать и применять для решения исследовательских и проектных задач математические

	методы и модели, осуществлять проверку адекватности моделей, анализировать результаты, оценивать надежность и качество функционирования систем
ИД ¹ _{ОПК2}	Обрабатывает полученные в ходе решения научно-исследовательских и проектных задач экспериментальные данные с применением математических методов обработки результатов
ИД ² _{ОПК2}	Оценивает построенную модель и ее адекватность применения в конкретной научно-исследовательской и проектной задаче, в том числе в профессиональной сфере.

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- способы формализации прикладных задач на языке теории графов и математической логики;
- основные понятия теории графов, формальной логики, элементарной теории множеств, логики высказываний, исчисления высказываний, а также логики предикатов и её взаимоотношение с исчислением предикатов.

Уметь:

- применять методы теории графов и математической логики к решению прикладных и научно-исследовательских задач.

Владеть:

- способностью и готовностью к изучению дальнейших понятий и теорий современной математической логики и теории графов;
- способностью и готовностью к оценке степени адекватности предлагаемого аппарата к решению прикладных задач.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестры	
		3	4
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144
Контактная работа:	131	56,5	74,5
лекции	64	28	36
практические занятия	64	28	36
семинары	-	-	-
лабораторные работы	-	-	-
курсовой проект (работа)	-	-	-
Самостоятельная работа студента	79	43	36
Промежуточная аттестация	45	9	36

контактная работа	3	0,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к зачёту с оценкой, экзамену	42	8,5	33,5

5. Содержание дисциплины

5.1. Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

Темы (разделы) дисциплины	Количество часов	Компетенции		
		ОПК - 2	Образовательные технологии	Оценочные средства
Тема 1. Комбинаторный анализ	20	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 2. Теория графов	73	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 3. Основы теории множеств	6	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Итого за семестр 3	99			
Тема 4. Математическая логика: высказывания и булева алгебра	54	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Тема 5. Исчисление высказываний и исчисление предикатов	54	+	Л, ПЗ, СРС	УО, ИЗ, СЗ
Итого за семестр 4	108			
Промежуточная аттестация	45			
Итого по дисциплине	252			

Сокращения: Л– лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, УО – устный опрос, ИЗ – индивидуальные задания, СЗ – ситуационная задача.

5.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Комбинаторный анализ	8	8	-	-	4	-	20
Тема 2. Теория графов	18	18	-	-	37	-	73
Тема 3. Основы теории множеств	2	2	-	-	2	-	6
Всего за семестр 3	28	28	-	-	43	-	99
Промежуточная аттестация							9
Итого за семестр 3							108
Тема 4. Математическая логика: высказывания и булева алгебра	20	20	-	-	14	-	54
Тема 5. Исчисление высказываний и исчисление предикатов	16	16	-	-	22	-	54
Всего за семестр 4	36	36	-	-	36	-	108
Промежуточная аттестация							36
Итого за семестр 4							144
Итого по дисциплине							252

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, С – семинар, ЛР – лабораторная работа, КР – курсовая работа.

5.3. Содержание дисциплины

Тема 1. Комбинаторный анализ

Общие правила комбинаторики, формула включений и исключений. Размещения, перестановки, сочетания. Комбинаторные задачи с ограничениями. Задачи на разбиения. Производящая функция. Целочисленные линейные уравнения в натуральных числах. Решение рекуррентных соотношений.

Тема 2. Теория графов

Определение и способы задания графа. Виды графов. Матрицы инцидентности и смежности. Идентификация графа, теоремы о геометрической реализации графа на плоскости и в пространстве. Формула Эйлера для графа. Степени вершин графа. Подграф. Хроматическое число и хроматический многочлен графа. Теорема Кёнига. Маршруты, цепи и циклы. Эйлеров граф. Теорема Эйлера о цикле. Итерационный метод поиска кратчайшего маршрута на графе. Пути и связность в орграфе. Компоненты связности орграфа. Ациклический граф. Топологическая сортировка. Теорема о топологической сортировке. Матрицы орграфов и их связь с путями. Дерево. Свойства деревьев. Ориентированное дерево. Остов. Минимальное покрывающее дерево. Кратчайшие пути. Сетевой план. Потоки в сетях. Увеличивающая цепь. Максимальный поток в сети.

Тема 3. Основы теории множеств

Интуитивные принципы абстракции и объемности. Операции над множествами. Отношения и функции, бинарные и n-арные отношения. Специальные бинарные отношения: рефлексивное, симметричное, транзитивное, эквивалентное.

Тема 4. Математическая логика: высказывания и булева алгебра

Высказывания. Логические операции. Формулы логики высказываний. Равносильность формул. Тавтологически истинные и тавтологически ложные формулы. Двойственность. Нормальные формы формул. Разрешимость. Двоичная система исчисления. Понятие булевой алгебры. Способы задания булевых функций. Представление булевой функции формулой логики высказываний. Нормальные формы булевых функций. Двойственность, самодвойственность, монотонность булевых функций. Минимизация в классе дизъюнктивных нормальных форм. Контактные схемы. Логические задачи.

Тема 5. Исчисление высказываний и исчисление предикатов

Аксиоматические теории. Исчисление высказываний: определение, система аксиом, основные правила вывода. Производные правила вывода.

Вывод из совокупности формул. Правила выводимости из совокупности. Теорема дедукции. Законы и правила перестановки, соединения и разъединения посылок. Связь логики высказываний и исчисления высказываний. Вывод формулы или ее отрицания из соответствующей совокупности формул. Полнота, независимость и непротиворечивость исчисления высказываний.

Предикаты. Область истинности предикатов. Логические операции над предикатами. Кванторные операции. Формулы логики предикатов, их равносильность. Выполнимость, общезначимость. Исчисление предикатов: аксиомы и правила вывода.

5.4. Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
3 семестр		
1	Практическое занятие 1. Размещения, перестановки, сочетания.	2
	Практическое занятие 2. Целочисленные линейные уравнения в натуральных числах	2
	Практическое занятие 3. Решение рекуррентных соотношений	2
	Практическое занятие 4. Производящие функции	2
2	Практическое занятие 5. Основные характеристики графов	2
	Практическое занятие 6. Матрицы инцидентности и смежности	2
	Практическое занятие 7. Идентификация графа. Подграфы. Орграфы	2
	Практическое занятие 8. Хроматическое число. Раскраска графа	2
	Практическое занятие 9. Маршруты, цепи и циклы	2
	Практическое занятие 10. Пути и связность в орграфе	2
	Практическое занятие 11. Топологическая сортировка. Деревья. Минимальное покрывающее дерево.	2
	Практическое занятие 12. Задачи о кратчайшем пути на графе. Алгоритм Ли	2
3	Практическое занятие 13. Алгоритм Дейкстры. Задача почтальона	2
	Практическое занятие 14. Способы задания множеств и операции над множествами.	2
Всего за семестр 3		28
4 семестр		
4	Практическое занятие 1. Высказывания. Логические операции. Формулы логики высказываний. Равносильность формул.	2
	Практическое занятие 2-3. Тавтологически истинные и тавтологически ложные формулы. Двойственность.	4
	Практическое занятие 4-5. Нормальные формы формул. Разрешимость.	4
	Практическое занятие 6-7. Логические функции унарные и бинарные	4
	Практическое занятие 8-10. Минимизация в классе дизъюнктивных нормальных форм	6
5	Практическое занятие 11-12. Исчисление высказываний: определение, система аксиом, основные правила вывода	4

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
	Практическое занятие 13-15. Вывод формулы или ее отрицания из соответствующей совокупности формул.	6
	Практическое занятие 16-18. Предикаты и кванторы	6
Всего за семестр 4		36
Итого по дисциплине		64

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6. Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
3 семестр		
1	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Комбинаторный анализ» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3, 4, 6, 7]).	4
2	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Теория графов» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 3, 4, 6, 7]).	37
3	1 Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Основы теории множеств» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3, 4, 7-13]).	2
Всего за семестр 3		43
4	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Математическая логика: высказывания и булева алгебра» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3, 4, 5, 7-13]).	14
5	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Исчисление высказываний и исчисление предикатов» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3, 4, 5, 7-13]).	22
Всего за семестр 4		36
Итого по дисциплине		79

5.7. Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Шевелев, Ю.П. **Дискретная математика** [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-4284-3. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/118616> (дата обращения 20.01.2021).

2. Асанов, М.О. **Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 364 с. — ISBN 978-5-8114-4998-9. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/130477> (дата обращения 20.01.2021).

б) дополнительная литература:

3. Микони, С.В. **Дискретная математика для бакалавра: множества, отношения, функции, графы** [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1386-7. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4316> (дата обращения 20.01.2021).

4. Герасимов, А.С. **Курс математической логики и теории вычислимости** [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1666-0. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50159> (дата обращения 20.01.2021).

5. Шевелев, Ю.П. **Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах)** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.П. Шевелев, Л.А. Писаренко, М.Ю. Шевелев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-1359-1. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5251> (дата обращения 20.01.2021).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

6 **Математический форум Math Help Planet** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=teoriya-grafov-ponyatiya-i-opredeleniya> свободный (дата обращения 20.01.2021).

7 **Математическая логика** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://bourabai.ru/dm/logic/math.htm> свободный (дата обращения 20.01.2021).

8 **Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.intuit.ru/> свободный (дата обращения 20.01.2021).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

9 **Российская национальная библиотека** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.nlr.ru/> свободный (дата обращения 20.01.2021).

10 **Библиотека учебной и научной литературы** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.sbiblio.com> свободный (дата обращения 20.01.2021).

11 **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru> свободный (дата обращения 20.01.2021).

12 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/> свободный (дата обращения 20.01.2021).

13 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://e.lanbook.com> свободный (дата обращения 20.01.2021).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы кафедры № 8 (ауд.: 800, 801, 803, 804) с доступом в Интернет, переносной проектор.

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

8. Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины «Теория графов и математическая логика» предполагается использовать следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется по вопросам дисциплин, на которых базируется дисциплина «Теория графов и математическая логика».

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематически последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу.

По дисциплине «Теория графов и математическая логика» планируется проведение как информационных, так и проблемных лекций. Информационные лекции направлены на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. Проблемные лекции активизируют интеллектуальный потенциал и мыслительную деятельность студентов, которые приобретают умение вести дискуссию. В ходе проблемной лекции преподаватель включает в процесс изложения материала серию проблемных

вопросов. Как правило, это сложные, ключевые для темы вопросы. Студенты приглашаются для размышлений и поиску ответов на них по мере их постановки.

Практическое занятие обеспечивает связь теории и практики, содействует выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия как образовательная технология помогают студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера.

Самостоятельная работа: является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирования навыка самостоятельного приобретения новых знаний по вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, работа с периодическими изданиями и научно-популярной литературой, в том числе находящейся в информационных сетях, отработка навыков работы со специализированными программными пакетами. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, подготовку к устному опросу, а также подготовку к индивидуальным заданиям.

В рамках изучения дисциплины «Теория графов и математическая логика» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду MS Office.

9. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Фонд оценочных средств дисциплины «Теория графов и математическая логика» представляет собой комплекс методических и контрольных измерительных материалов, предназначенных для определения качества результатов обучения и уровня сформированности компетенций обучающихся в ходе освоения данной дисциплины. В свою очередь, задачами использования фонда оценочных средств являются осуществление, как текущего контроля успеваемости студентов, так и промежуточной аттестации в форме зачёта с оценкой и экзамена.

Фонд оценочных средств дисциплины «Теория графов и математическая логика» для текущего контроля включает: устные опросы, ситуационные задачи и индивидуальные задания.

Устный опрос проводится на практических занятиях в течение 10 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Индивидуальные задания и ситуационные задачи носят практико-ориентированный характер, используются в рамках практической подготовки с целью оценки формирования, закрепления, развития практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачёта с оценкой в 3 семестре, и в виде экзамена в 4 семестре.

Зачет с оценкой (промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Теория графов и математическая логика») позволяет определить уровень освоения обучающимся компетенций (п. 9.5) за один семестр (3 семестр) изучения данной дисциплины. Зачет с оценкой предполагает устный ответ на 2 теоретических вопроса, а также решение ситуационной задачи.

Экзамен позволяет оценить уровень освоения студентом компетенций за весь период изучения дисциплины. Экзамен предполагает устные ответы на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию, а также решение ситуационной задачи.

9.1 Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов

Не применяется.

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Устный опрос оценивается следующим образом:

«зачтено»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;

«не зачтено»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Решение ситуационных задач оценивается:

«зачтено»: обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку по итогу решения;

«не зачтено»: обучающийся отказывается от выполнения задачи или не способен ее решить самостоятельно, а также с помощью преподавателя.

Индивидуальное задание:

«зачтено»: работа зачитывается в том случае, если задание выполнено полностью, в соответствии с поставленными требованиями и сделаны необходимые выводы;

«не зачтено»: работа не зачитывается в том случае, если обучающийся не выполнил задания, или результат выполнения задания не соответствует поставленным требованиям, а в заданиях и (или) ответах имеются существенные ошибки.

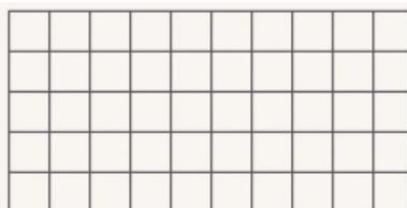
9.3. Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

9.4 Контрольные задания для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

1. В пассажирском поезде 9 вагонов. Сколькими способами можно рассадить в поезде 4 человека, при условии, что все они должны ехать в различных вагонах?

2. План города имеет вид прямоугольника 10×5 . Его улицы идут строго



параллельно сторонам. На каждом перекрестке водитель имеет право ехать либо вправо, либо вверх. Сколько существует различных маршрутов добраться из нижнего левого угла в правый верхний?

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
1 этап		
ОПК-2	$ID_{ОПК2}^1$ $ID_{ОПК2}^2$	Знает: - описывает основные понятия и принципы теории графов, комбинаторного анализа, формальной логики, элементарной теории множеств, логики высказываний, исчисления высказываний, а также логики предикатов Умеет: - строит граф для заданных исходных данных, применяет методы обработки графа, умеет выбрать необходимые базовые понятия математической логики для решения типовых задач Владеет: - выделяет способы математической постановки прикладной задачи на языке теории графов и математической логики и выбора методов решения
2 этап		
ОПК-2	$ID_{ОПК2}^1$	Знает: - интерпретирует функциональные, логические и структурные связи между понятиями теории графов, комбинаторного анализа, формальной логики, элементарной теории множеств, логики

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
	ИД ² _{ОПК2}	высказываний, исчисления высказываний, а также логики предикатов Умеет: - выбирает алгоритмы обработки по принципу оптимальности, а также сравнивает конкретные методы и правила вывода логической обработки данных для выбора наиболее удобного Владеет: - анализирует различные способы постановки и решения задач с применением логических схем, булевых функций, исчисления высказываний и предикатов

Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

«Отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает ситуационную задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

«Хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает ситуационную задачу верно, но при помощи преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся незначительные ошибки в расчетах.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении

типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Ситуационная задача не решена даже при помощи преподавателя.

9.6. Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Перечень типовых вопросов для проведения устного опроса

3 семестр

1. Общие правила комбинаторики.
2. Размещения. Перестановки. Сочетания.
3. Свойства сочетаний. Доказать одно по выбору.
4. Арифметический квадрат. Арифметический треугольник. Свойства.
5. Числа Фибоначчи. Их связь с биномиальными коэффициентами.
6. Понятие графа. Нуль-граф, полный граф, дополнительный граф.
7. Способы задания графов. Изоморфность. Инцидентность. Смежность.
8. Степень вершины. Однородный граф. Степень вершины полного графа.
9. Путь. Цикл.
10. Части графа. Связность графа. Точка сочленения. Мост. Признаки мостов.
11. Дерево. Лес. Цикломатическое число (вывод). Разделяющее множество.
12. Эйлеровы графы. Необходимые и достаточные условия существования эйлерова цикла в графе.
13. Необходимые и достаточные условия существования эйлерова пути в графе.
14. Теорема о существовании k путей в связном графе с $2k$ нечетными вершинами, которые в совокупности содержат все ребра графа в точности по одному разу.
15. Гамильтоновы графы. Достаточные условия существования гамильтоновых циклов в графе.
16. Теорема Эйлера.
17. Плоский граф. Граф Понтрягина-Куратовского.
18. Теорема Жордана.
19. Ориентированные графы. Степень вершины ориентированного графа. Способы задания ориентированных графов.
20. Теорема о существовании ориентированного цикла в графе.
21. Отношения и графы.
22. Транспортные сети. Основные понятия.
23. Понятие множества. Способы задания множеств. Булеан. Основные операции над множествами. Диаграммы Эйлера-Венна.

24. Прямое (декартово) произведение множеств
25. Обратное отношение. Композиция отношений.
26. Функция. Инъекция. Сюръекция. Биекция.
27. Отношение эквивалентности. Отношение порядка. Примеры.
28. Бинарные отношения. Матрица бинарного отношения. Основные свойства матриц бинарных отношений.

4 семестр

1. Высказывания. Логические операции над высказываниями.
2. Формулы алгебры логики.
3. равносильные преобразования формул алгебры логики.
4. Двойственные формулы. Закон двойственности.
5. Нормальные формы формул.
6. Проблема разрешимости алгебры логики. Критерии тождественной истинности и тождественной ложности.
7. Булевы функции. Нормальные формы булевых функций.
8. Двойственность, самодвойственность, монотонность булевых функций.
9. Релейно-контактные схемы.
10. Исчисление высказываний. Основные правила вывода.
11. Определение доказуемой формулы. Производные правила вывода.
12. Определение формулы, выводимой из совокупности формул. Вывод из совокупности формул.
13. Правила выводимости из совокупности.
14. Теорема дедукции. Обобщенная теорема дедукции.
15. Правила введения дизъюнкции и конъюнкции.
16. Законы и правила перестановки, соединения и разъединения посылок.
17. Теоремы, выражающие связь между алгеброй высказываний и исчислением высказываний.
18. Проблемы разрешимости, непротиворечивости, полноты и независимости исчисления высказываний.
19. Предикат. Множество истинности предиката. Логические операции над предикатами.
20. Кванторные операции.
21. Понятие формулы логики предикатов. равносильные формулы логики предикатов.
22. Предваренная нормальная форма формул логики предикатов. Теорема о приведении формул логики предикатов к п.н.ф.
23. Общезначимость и выполнимость формул логики предикатов. Связь между общезначимостью и выполнимостью формул л.п.

24. Применение языка логики предикатов.

Перечень типовых заданий для индивидуальных заданий

3 семестр

Задачи к индивидуальному заданию №1

1. Из 12 слов мужского рода, 9 женского и 10 среднего надо выбрать по одному слову каждого рода. Сколькими способами может быть сделан этот выбор?

2. Сколько различных слов можно получить, переставляя буквы в слове «парабола»?

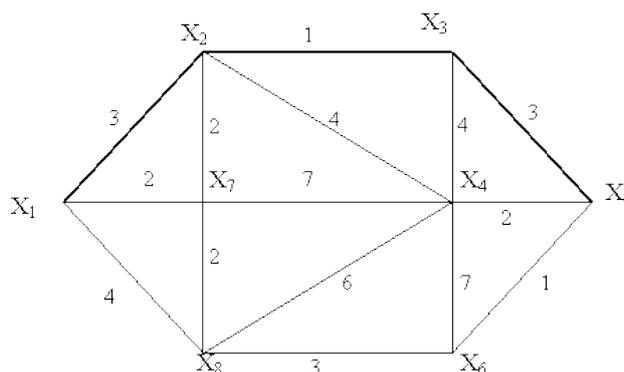
3. Из состава конференции, на которой присутствует 52 человека, надо избрать делегацию, состоящую из 5 человек. Сколькими способами это можно сделать?

4. В местком избрано 9 человек. Из них надо выбрать председателя, заместителя председателя, секретаря и культорга. Сколькими способами это можно сделать?

Задачи к индивидуальному заданию №2

1. Нарисуйте два связных графа с 5 вершинами каждый так, чтобы один граф был деревом, другой деревом не являлся и был ориентируемым. Для второго графа составьте матрицы смежности $M(G)$, достижимости $D(G)$, расстояний $S(G)$.

2. В графе найти длину кратчайшего пути из X_4 в X_1 :



Задачи к индивидуальному заданию №3

1. Найдите $A \cup B$, $A \cap B$, $A \setminus B$, $B \setminus A$, если:

а) $A = \{a, b, c, d, e\}$, $B = \{a, c, e\}$;

б) $A = \{a, b, c, d, e\}$, $B = \{k, l, m\}$;

в) $A = \{a, b, c, d, e\}$, $B = \emptyset$.

2. По итогам экзаменов из 40 студентов отличную оценку по математике имели 11 студентов, по физике – 15, по химии – 13, по математике и физике – 4, по математике и химии – 3, по физике и химии – 3, по всем трем предметам – 1. Сколько студентов получили хотя бы по одной отличной оценке?

4 семестр

Задачи к индивидуальному заданию №4

1. Построить таблицу истинности логической функции и построить её СДНФ двумя способами

1. $f(x_1, x_2, x_3) = (\neg x_1 \vee x_2) \rightarrow (x_1 \wedge x_3)$
2. $f(x_1, x_2, x_3) = ((x_2 \rightarrow x_3) \wedge x_1) \leftrightarrow ((x_1 \vee x_3) \oplus x_2)$
3. $f(x_1, x_2, x_3) = (x_1 \leftrightarrow x_2) \rightarrow ((x_1 \wedge x_2) \vee x_3)$
4. $f(x_1, x_2, x_3) = ((x_3 \oplus \neg x_1) \wedge x_2) \rightarrow (x_1 \vee x_3)$

2. Доказать тождество двумя способами: по таблицам истинности и аналитически.

1. $x_1 \mid x_2 = \neg(x_1 \wedge x_2) = \neg x_1 \vee \neg x_2$
2. $x_1 \downarrow x_2 = \neg(x_1 \vee x_2) = \neg x_1 \wedge \neg x_2$
3. $\neg(\neg x) = x$
4. $x \vee \neg x = 1$

Задание к индивидуальному заданию №5

1. Среди следующих предложений выделить предикаты и для каждого из них указать область истинности, если $M = R$ для одноместных предикатов и $M = R \times R$ для двухместных предикатов:

- 1) $x + 5 = 1$;
- 2) при $x = 2$ выполняется равенство $x^2 - 1 = 0$;
- 3) $x^2 - 2x + 1 = 0$;
- 4) существует такое число x , что $x^2 - 2x + 1 = 0$;
- 5) $x + 2 < 3x - 4$;
- 6) однозначное число x кратно 3;
- 7) $(x + 2) - (3x - 4)$;
- 8) $x^2 + y^2 > 0$.

2. Найти отрицание формулы $\forall x \exists y (R(x, y) \rightarrow L(x, y))$.

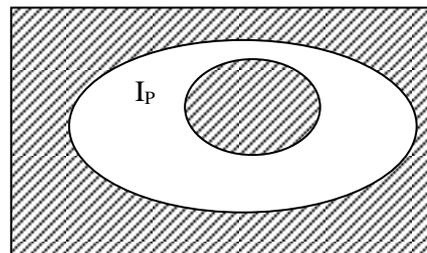
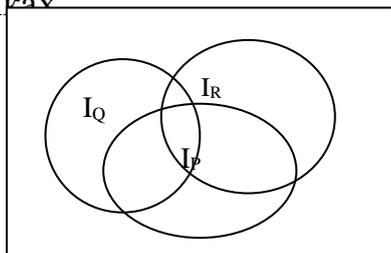
3. Привести к п.н.ф. формулу $A \equiv \forall x \exists y P(x, y) \& \overline{\exists x \forall y Q(x, y)}$.

4. Даны предикаты $P(x)$: "x – четное число" и $Q(x)$: "x кратно 3", определенные на множестве $M = \{1, 2, 3, \dots, 15\}$. Найти области истинности предикатов:

- а) $P(x) \& Q(x)$ б) $P(x) \vee Q(x)$ в) $\overline{P(x)}$ г) $P(x) \rightarrow Q(x)$.

5. Предикаты $A(x, y)$ и $B(x, y)$ определены на множестве $M = M_1 \times M_2 \subset R \times R$. Найти множество истинности предиката $A(x, y) \leftrightarrow B(x, y)$ и изобразить ее с помощью кругов Эйлера-Венна.

6. Записать предикаты, полученные в результате логических операций над предикатами $P(x), Q(x), R(x)$, области истинности которых заштрихованы на рисунках



Перечень примерных вопросов к зачёту с оценкой для проведения промежуточной аттестации по итогам 3 семестра

1. Общие правила комбинаторики.
2. Размещения. Перестановки. Сочетания.
3. Свойства сочетаний. Доказать одно по выбору.
4. Арифметический квадрат. Арифметический треугольник. Свойства.
5. Числа Фибоначчи. Их связь с биномиальными коэффициентами.
6. Производящая функция. Примеры.
7. Рекуррентные соотношения. Примеры решения.
8. Определение графа, мультиграфа, псевдографа, подграфа.
9. Виды графов. Матрицы графов. Диаметр, радиус и центр графа.
10. Ориентированные графы. Маршруты, цепи и простые цепи. Степень вершины графа, лемма о рукопожатиях.
11. Связность в орграфах. Основные понятия. Компоненты связности.
12. Конденсация орграфа. Отыскание сильных компонент.
13. Матрицы достижимостей. Получение матрицы достижимостей. Алгоритм Уоршолла. База графа.
14. Деревья. Основные понятия. Описание деревьев. Задачи с деревьями.
15. Пути и маршруты в графах. Существование путей. Пересчет маршрутов и путей. Перечисление маршрутов и путей. Задачи о кратчайших путях.
16. Графы с дугами единичной длины. Графы со взвешенными дугами (ребрами). Ациклические орграфы.
17. Плоские и планарные графы. Грани плоского графа.
18. Критерий двудольности графа.
19. Эйлеровы циклы. Определение и условия существования. Алгоритм поиска эйлерова цикла.
20. Задача почтальона.
21. Гамильтоновы циклы. Определение и условия существования. Методы поиска гамильтоновых циклов.

22. Задача коммивояжера. Применение и методы решения задачи. Метод ветвей и границ.

23. Булеан. Основные операции над множествами. Диаграммы Эйлера-Венна.

24. Прямое (декартово) произведение множеств

25. Обратное отношение. Композиция отношений.

26. Отношение эквивалентности. Отношение порядка.

27. Бинарные отношения. Основные свойства матриц бинарных отношений.

Перечень примерных вопросов к экзамену для проведения промежуточной аттестации по итогам 4 семестра

1. Исчисление высказываний. Основные правила вывода.

2. Определение доказуемой формулы. Производные правила вывода.

3. Определение формулы, выводимой из совокупности формул. Вывод из совокупности формул.

4. Правила выводимости из совокупности.

5. Теорема дедукции. Обобщенная теорема дедукции.

6. Правила введения дизъюнкции и конъюнкции.

7. Законы и правила перестановки, соединения и разъединения посылок.

8. Теоремы, выражающие связь между алгеброй высказываний и исчислением высказываний.

9. Проблемы разрешимости, непротиворечивости, полноты и независимости исчисления высказываний.

10. Предикат. Множество истинности предиката. Логические операции над предикатами.

11. Кванторные операции.

12. Понятие формулы логики предикатов. Равносильные формулы логики предикатов.

13. Предваренная нормальная форма формул логики предикатов. Теорема о приведении формул логики предикатов к п.н.ф.

14. Общезначимость и выполнимость формул логики предикатов. Связь между общезначимостью и выполнимостью формул л.п.

15. Применение языка логики предикатов.

Типовая ситуационная задача для проведения промежуточной аттестации (3 семестр)

Представьте, что вам нужно выполнить приведенное ниже задание. Проанализируйте задание, для решения данной задачи из методов, изученных в

рамках данного курса, выберите оптимальный, обоснуйте выбор, выполните задание, объясните полученное решение.

Задание: Из 3 экземпляров учебника алгебры, 7 экземпляров учебника геометрии и 7 экземпляров учебника тригонометрии надо выбрать один учебник. Сколькими способами это можно сделать?

Типовая ситуационная задача для проведения промежуточной аттестации (4 семестр)

Представьте, что вам нужно выполнить приведенное ниже задание. Проанализируйте задание, для решения данной задачи из методов, изученных в рамках данного курса, выберите оптимальный, обоснуйте выбор, выполните задание, объясните полученное решение.

Задание: Даны предикаты $P(x): "x^2 - 4 = 0"$ и $Q(x): "3x - 2 < 17"$. Найти области истинности этих предикатов, если их область определения есть а) R ; б) N .

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины.

Приступая к изучению дисциплины «Теория графов и математическая логика», обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий и списком рекомендованной литературы. Также ему следует уяснить, что уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях и практических занятиях. Также в этом процессе важное значение имеет самостоятельная работа, направленная на вовлечение обучающегося в самостоятельную познавательную деятельность.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия. На первом занятии преподаватель осуществляет входной контроль по вопросам дисциплин, являющимися предшествующими для дисциплины «Теория графов и математическая логика» (п. 2).

В ходе лекции преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия, а также соответствующие теоретические и практические проблемы, дает задания и рекомендации для практических занятий, а также указания по выполнению обучающимися самостоятельной работы.

Задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины «Теория графов и математическая логика», ее местом в системе технических и математических наук, связями с другими дисциплинами;
- краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, методов, принципов данной дисциплины;
- краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов;

– определение перспективных направлений дальнейшего развития научного знания в области прикладной математики.

Темы лекций и рассматриваемые в ходе их вопросы приведены в п. 5.3.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Принципиально неверным, но получившим в наше время достаточно широкое распространение, является отношение к лекции как к «диктанту», который обучающийся может аккуратно и дословно записать. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста.

Полезно применять какую-либо удобную систему сокращений и условных обозначений. Применение такой системы поможет значительно ускорить процесс записи лекции. Рекомендуется в конспекте лекций оставлять свободные места, или поля, например, для того, чтобы была возможность записи необходимой информации при работе над материалами лекций.

При ведении конспекта лекции необходимо четко фиксировать рубрикацию материала – разграничение разделов, тем, вопросов, параграфов и т. п. Обязательно следует делать специальные пометки, например, в случаях, когда какое-либо определение, положение, вывод остались неясными, сомнительными. Иногда обучающийся не успевает записать важную информацию в конспект. Тогда необходимо сделать соответствующие пометки в тексте, чтобы не забыть, восполнить эту информацию в дальнейшем.

Качественно сделанный конспект лекций поможет обучающемуся в процессе самостоятельной работы и при подготовке к сдаче зачёта с оценкой и экзамена.

Практические занятия по дисциплине «Теория графов и математическая логика» проводятся в соответствии с п. 5.4. Цели практических занятий: закрепить теоретические знания, полученные студентом на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы; приобрести начальные практические умения и навыки.

Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цели и задачи занятия, обращая их внимание на наиболее сложные вопросы по изучаемой теме. Назначение практических занятий – закрепление, углубление и комплексное применение на практике теоретических знаний, выработка умений и навыков обучающихся в решении практических задач. Вместе с тем, на этих занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности. Практические занятия проводятся по наиболее сложным вопросам дисциплины и имеют целью углубленно изучить ее содержание, привить обучающимся навыки

самостоятельного поиска и анализа информации, умение делать обоснованные выводы, аргументировано излагать и отстаивать свое мнение. Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска новых знаний. Для достижения этой цели, в вузе организуется самостоятельная работа обучающихся. Кроме того, современное обучение предполагает, что существенную часть времени в освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно.

Систематичность занятий предполагает равномерное распределение объема работы в течение всего предусмотренного учебным планом срока овладения дисциплиной «Теория графов и математическая логика» (дисциплина изучается в течение 3-го и 4-го семестров).

Завершающим этапом самостоятельной работы является подготовка к сдаче экзамена по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

Зачёт с оценкой (3 семестр) и экзамен (4 семестр) (промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Теория графов и математическая логика») позволяют определить уровень освоения обучающимся компетенций (п. 9.5) за период изучения данной дисциплины. Зачёт с оценкой и экзамен предполагают ответы на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию, а также решение ситуационной задачи (п. 9.6).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №8 «Прикладная математика и информатика»

« 18 » 05 2021 года, протокол № 8.

Разработчики:

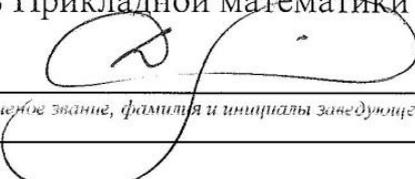
к.т.н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Р.Р. Муксимова

Заведующий кафедрой № 8 Прикладной математики и информатики

к.т.н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Я.М. Далингер

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Я.М. Далингер

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « 16 » 11/01/21 2021 года, протокол № 7.