



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

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



УТВЕРЖДАЮ

Ректор

Ю.Ю. Михальчевский

» 11.08.2021 2021 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория графов

Направление подготовки
25.03.03 Аэронавигация

Направленность программы (профиль)
**Техническая эксплуатация автоматизированных систем
управления воздушным движением**

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2021

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория графов» является формирование у обучающегося знаний в области теории графов, а также приобретение им умений и навыков решения прикладных и научно-исследовательских задач с помощью методов и алгоритмов теории графов.

Задачами освоения дисциплины являются:

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

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория графов» представляет собой дисциплину, относящуюся к части, формируемой участниками образовательных отношений «Дисциплины по выбору».

Дисциплина «Теория графов» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Информатика», «Программно-аппаратные средства информатики», «Алгоритмические языки и программирование».

Дисциплина «Теория графов» является обеспечивающей для следующих дисциплин: «Математическое обеспечение систем управления воздушным движением».

Дисциплина изучается в 5 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

Код компетенции/индикатора	Результат обучения: наименование компетенции, индикатора компетенции
ПК-4	Способен разрабатывать алгоритмы и программы для решения профессиональных задач
ИД ¹ _{ПК4}	Идентифицирует входную и выходную информацию, а также определяет последовательность действий, необходимых для решения практической задачи

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- основные понятия и формулы комбинаторики, теории графов;
- типовые задачи планирования воздушного движения, сводимые к алгоритмам теории графов.

Уметь:

– решать комбинаторные задачи, применять алгоритмы теории графов к решению типовых задач;

– решать профессиональные задачи с использованием теории графов.

Владеть:

– навыками проведения доказательств при решении задач комбинаторики, теории графов;

– навыками распознавания методов комбинаторики и теории графов при решении профессиональных задач.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 10 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		5
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	44,5	44,5
лекции (Л)	14	14
практические занятия (ПЗ)	28	28
семинары (С)	-	-
лабораторные работы (ЛР)	-	-
курсовой проект (работа)	-	-
Самостоятельная работа студента (СРС)	30	30
Контрольные работы (количество) (КР)	-	-
в том числе контактная работа	-	-
Промежуточная аттестация	36	36
контактная работа	2,5	2,5
самостоятельная работа по подготовке к экзамену	33,5	33,5

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК - 4		
Тема 1. Комбинаторный анализ	10	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	У, ИЗ
Тема 2. Основы теории множеств	10	+	Л, ПЗ, СРС	У, ИЗ

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
		ПК - 4		
Тема 3. Теория графов	52	+	Л, ПЗ, СРС	У, ИЗ
Итого за семестр	72			
Промежуточная аттестация	36			
Итого по дисциплине	108			

Сокращения: Л– лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, У – устный опрос, Д – доклад, ,ИЗ – индивидуальные задания.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Компетенции						Всего часов
	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	
Тема 1. Комбинаторный анализ	2	4	-	-	4	-	10
Тема 2. Основы теории множеств	2	4	-	-	4	-	10
Тема 3. Теория графов	10	20	-	-	22	-	52
Итого по дисциплине	14	28	-	-	30	-	72
Промежуточная аттестация							36
Итого							108

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. Целочисленные линейные уравнения в натуральных числах.

Тема 2. Основы теории множеств

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

Тема 3. 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. Потoki в сетях. Увеличивающая цепь. Максимальный поток в сети.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие 1. Размещения, перестановки, сочетания.	2
1	Практическое занятие 2. Целочисленные линейные уравнения в натуральных числах	2
2	Практическое занятие 3. Основные операции над множествами	2
2	Практическое занятие 4. Отношения на множествах	2
3	Практическое занятие 5. Идентификация графа. Матрицы инцидентности и смежности	2
3	Практическое занятие 6. Подграфы. Орграфы	2
3	Практическое занятие 7. Хроматическое число. Раскраска графа	2
3	Практическое занятие 8. Маршруты, цепи и циклы	2
3	Практическое занятие 9. Пути и связность в орграфе	2
3	Практическое занятие 10. Топологическая сортировка	2
3	Практическое занятие 11. Деревья. Минимальное покрывающее дерево	2
3	Практическое занятие 12. Задачи о кратчайшем пути на графе. Алгоритм Ли	2
3	Практическое занятие 13. Алгоритм Дейкстры	2
3	Практическое занятие 14. Задача почтальона	2
Итого по дисциплине		28

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
-----------------------	-----------------------------	---------------------

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Комбинаторный анализ» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3, 4, 6]. 2. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами и сообщениями. 3. Подготовка к устному опросу.	4
2	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Основы теории множеств» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3, 4, 5]. 2. Подготовка к устному опросу.	4
3	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Теория графов» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 3, 4, 6]. 2. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами и сообщениями. 3. Подготовка к устному опросу.	22
Итого по дисциплине (модулю)		30

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: 15.05.2021)

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: 15.05.2021)

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: 15.05.2021)

4. 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 :

бург : Лань, 2013. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-1359-1. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5251>(дата обращения: 15.05.2021)

б) дополнительная литература:

5. Копылов, В.И. **Курс дискретной математики** [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1218-1. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1798>(дата обращения: 15.05.2021)

6. Ерусалимский, Я.М. **Дискретная математика. Теория и практикум** [Электронный ресурс] : учеб. / Я.М. Ерусалимский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 476 с. — ISBN 978-5-8114-2908-0. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106869>(дата обращения: 15.05.2021)

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

8 **Математический форум MathHelpPlanet**[Электронный ресурс]. — Режим доступа:<http://mathhelpplanet.com/static.php?p=teoriya-grafov-ponyatiya-i-opredeleniyasvobodnyy> (дата обращения: 15.05.2021)

9 **Примеры решений задач по теории графов** [Электронный ресурс]. — Режим доступа:https://www.matburo.ru/ex_dm.php?p1=dmgrafsvobodnyy (дата обращения: 15.05.2021)

10 **Научный форум dxdy**[Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://dxdy.ru/topic12472.html>свободный (дата обращения 15.05.2021).

11 **Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»**[Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.intuit.ru/>свободный (дата обращения: 15.05.2021)

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

12 **Российская национальная библиотека** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.nlr.ru/>, свободный (дата обращения: 15.05.2021)

13 **Библиотека учебной и научной литературы** [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.sbiblio.com>, свободный (дата обращения: 15.05.2021)

14 **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. — Режим доступа:<http://window.edu.ru>свободный (дата обращения: 15.05.2021)

15 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»**[Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>свободный (дата обращения: 15.05.2021)

16 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»**[Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://e.lanbook.com>свободный (дата обращения: 15.05.2021)

17 **Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ** [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://lib.mexmat.ru/>свободный (дата обращения: 15.05.2021)

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1	2	3
<p>Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы</p>	<p>Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения</p>	<p>Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)</p>
1	2	3
Теория графов	<p>Аудитория для проведения лекций и практических работ-Ауд. 802 196210 г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, дом 38, лит. А</p>	<p>196210, г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, дом 38, лит. А</p>
	<p>Компьютерные столы - 40 шт., стулья - 40 шт., 40 персональных компьютеров, с доступом в сеть Интернет, учебная доска, проектор (переносной), экран для проектора (переносной).</p>	

8 Образовательные и информационные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, на основе современных информационных и образовательных технологий, что, в сочетании с внеаудиторной работой, приводит к формированию и развитию профессиональных компетенций обучающихся. Это позволяет учитывать как исходный уровень знаний студентов, так и существующие методические, организационные и технические возможности обучения. Практические занятия проводятся в аудиторной и интерактивной форме.

Работа над учебным материалом складывается из изучения лекционных курсов и выполнения практических заданий, тестов и дискуссий.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу и систематический контроль этой работы. Для организации лекционных и практических занятий, а также активной самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии.

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

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» 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 студента проявляется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также собственные познавательно-мыслительные действия без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы студента является формирование навыка самостоятельного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, подготовку к устному опросу, а также подготовку к устным опросам и письменным аудиторным работам.

В рамках изучения дисциплины «Теория графов» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду MSOffice.

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

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам входного контроля, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена.

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов

определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Практические задания предназначены для закрепления теоретических знаний, а также для отработки умений и навыков.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 5 семестре. К моменту сдачи экзамена должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины предусмотрено:

- система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов. Данная форма формирования результирующей оценки учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, оценки за практические работы, выполнение самостоятельных заданий.

- устный ответ на экзамене на два теоретических вопроса и одно практическое задание.

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.

Письменная аудиторная работа:

«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

Учебном плане написание курсовых работ не предусмотрено.

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

Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для проведения входного контроля

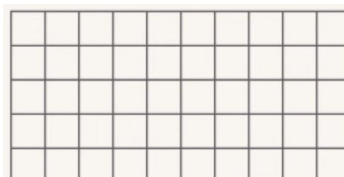
1. Найти собственные числа и собственные векторы линейного оператора, заданного своей матрицей

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 3 \\ 10 & -3 & -6 \\ -1 & 0 & -2 \end{pmatrix}$$

2. Выписать квадратичную форму, соответствующую данной матрице. Привести полученную форму к каноническому виду ортогональным преобразованием координат. Найти отрицательный и положительный индексы инерции, ранг и сигнатуру этой формы. $\begin{pmatrix} 1 & -3 & 1 \\ -3 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 5 \end{pmatrix}$

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

4. План города имеет вид прямоугольника 10*5. Его улицы идут строго па-



раллельно 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		
ПК-4	ИД _{ПК4} ¹	Знает: - Приводит основные формулы комбинаторики, теории графов - Перечисляет типовые задачи планирования воздушного движения, сводимые к алгоритмам теории графов Умеет: - Демонстрирует умение решать простые типовые

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		задачи - Демонстрирует умение строить граф для заданных исходных данных, применять методы обработки графа Владеет: - Демонстрирует навыки проведения простейших доказательств - Демонстрирует навыки распознавания методов комбинаторики и теории графов при решении простейших типовых задач;
2 этап		
ПК-4	ИД _{ПК4} ¹	Знает: - Поясняет смысл входящих в формулы величин - Приводит математическую постановку задач и описывает идею их решения Умеет: - Демонстрирует умение решать нестандартные задачи, не выходящие за рамки изучаемого материала - Демонстрирует умение решать профессиональные задачи с использованием теории графов Владеет: - Демонстрирует навыки решения задач комбинаторики, теории графов с использованием доказательств - Демонстрирует навыки распознавания методов комбинаторики и теории графов при решении нестандартных задач;

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

1. Максимальное количество баллов за экзамен – 30. Минимальное (зачетное) количество баллов («экзамен сдан») – 15 баллов.
2. При наборе менее 15 баллов – экзамен не сдан по причине недостаточного уровня знаний.
3. Экзаменационная оценка выставляется как сумма набранных баллов за ответы на вопросы и задания билета теоретического и практического характера (по 10 баллов на один вопрос или задание).
4. Ответы на вопросы билета оцениваются следующим образом:
 - *1 балл*: отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;
 - *2 балла*: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;

- 3 балла: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;
 - 4 балла: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом студентом продемонстрировано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
 - 5 баллов: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
 - 6 баллов: ответ удовлетворительный, студент достаточно ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
 - 7 баллов: ответ хороший (достаточное знание материала), но требовались наводящие вопросы, студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
 - 8 баллов: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы; студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
 - 9 баллов: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;
 - 10 баллов: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы.
5. Решение задачи оценивается следующим образом:
- 10 баллов: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя;
 - 9 баллов: задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя;
 - 8 баллов: задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает верные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

- 7 баллов: задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный, значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов;
- 6 баллов: задание выполнено 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- 5 баллов: задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- 4 балла: задание выполнено на 55-59 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;
- 3 балла: задание выполнено на 41-54 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, неправильная интерпретация выводов, студент дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;
- 2 балла: задание выполнено на 20-40 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;
- 1 балл: задание выполнено менее, чем на 20 %, решение содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе.

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

9.6.1 Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Примерный перечень вопросов для проведения текущего контроля по разделам дисциплины (устный опрос)

1. Общие правила комбинаторики.
2. Размещения. Перестановки. Сочетания.
3. Свойства сочетаний. Доказать одно по выбору.
4. Арифметический квадрат. Арифметический треугольник. Свойства.
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.

Примерный перечень практических заданий для текущего контроля знаний

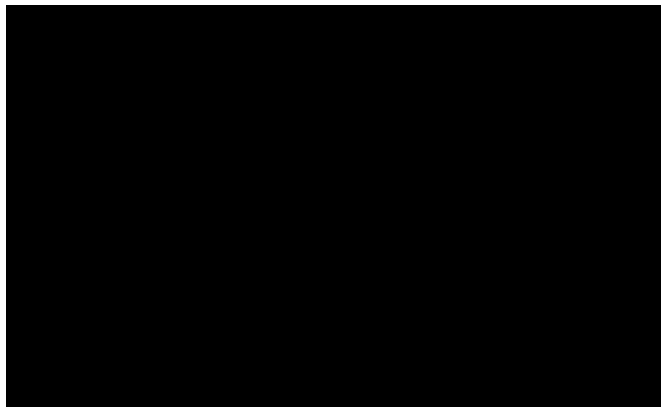
Задачи индивидуальному заданию №1

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?
5. Из 3 экземпляров учебника алгебры, 7 экземпляров учебника геометрии и 7 экземпляров учебника тригонометрии надо выбрать один учебник. 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 :



9.6.2 Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Примерный перечень экзаменационных вопросов

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

Типовые задачи для промежуточной аттестации

1. Нарисовать связный простой графа с 5 вершинами так, чтобы граф был деревом, составить матрицы смежности $M(G)$, достижимости $D(G)$, Кирхгофа.
2. Задать связный оргграф с 7 вершинами, составить матрицы смежности, инцидентности, достижимости.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины.

Приступая к изучению дисциплины «Теория графов», 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 занятия. 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» (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 и лабораторных работ, а также указания по выполнению обучающимися самостоятельной работы.

Задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины «Теория графов», 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 рубрикации 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» 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.

По итогам лекций и практических занятий преподаватель выставляет в журнал полученные обучающимся баллы, согласно п. 9.1 и п. 9.2. Отсутствие студента на занятиях или его неактивное участие в них может быть компенсировано самостоятельным выполнением дополнительных заданий и представлением их на проверку преподавателю в установленные им сроки.

В современных условиях перед студентом стоит важная задача – научиться работать с массивами информации. Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения. 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» (дисциплина изучается в течение 5-го семестра). Последовательность работы означает преемственность и логику в овладении знаниями по дисциплине «Теория графов». Данный принцип изначально заложен в учебном плане при определении очередности изучения дисциплин. Аналогичный подход применяется при определении последовательности в изучении тем дисциплины.

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

Экзамен (промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Теория графов») позволяет определить уровень освоения обучающимся компетенций (п. 9.5) за период изучения данной дисциплины. Экзамен предполагает ответы на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию, а также решение задачи (п. 9.6).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 8 «Прикладной математики и информатики»

« 18 » 05 2021 года, протокол № 8 .

Разработчик:

к.т.н., доцент

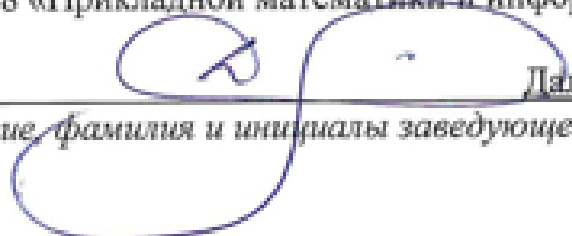


Муксимова Р.Р.

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

Заведующий кафедрой № 8 «Прикладной математики и информатики»

к.т.н., доцент



Далингер Я.М.

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

Программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО

к.т.н., доцент



Далингер Я.М.

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

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