

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)



**УТВЕРЖДАЮ**

Первый  
проректор – проректор  
по учебной работе  
Н.Н. Сухих  
2017 года

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория графов и математическая логика**

Направление подготовки  
**25.03.03 Аэронавигация**

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

Квалификация выпускника  
**бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2017

## 1 Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Теория графов и математическая логика» – формирование компетенций в области теории графов и математической логики, а также приобретение им 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 «Теория графов и математическая логика» обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому и сервисному виду профессиональной деятельности.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория графов и математическая логика» представляет собой дисциплину, относящуюся к вариативной части профессионального цикла дисциплин ОПОП ВПО по направлению подготовки 25.03.03 «Аэронавигация» (бакалавриат), профиль «Техническая эксплуатация автоматизированных систем управления воздушным движением».

Дисциплина «Теория графов и математическая логика» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины: «Математика».

Дисциплина «Теория графов и математическая логика» является обеспечивающей для дисциплин: «Схемотехника», «Компьютерные системы символьной математики».

Дисциплина изучается в 4 семестре.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1. Обладать способностью проводить доказательства утверждений как состав-	<i>Знать:</i> – основные формулы комбинаторики, теории графов и математической логики;

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ляющей когнитивной и коммуникативной функции (ОК-38)	<i>Уметь:</i> – решать комбинаторные задачи, применять алгоритмы теории графов к решению типовых задач; <i>Владеть:</i> – навыками проведения доказательств при решении задач комбинаторики, теории графов и математической логики.
2. Способность формулировать профессиональные задачи и находить пути их решения (ПК-16)	<i>Знать:</i> – типовые задачи планирования воздушного движения, сводимые к алгоритмам теории графов; <i>Уметь:</i> – решать профессиональные задачи с использованием теории графов и математической логики; <i>Владеть:</i> – навыками распознавания методов комбинаторики и теории графов при решении профессиональных задач

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Наименование	Всего часов	Семестр
		4
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа:	66,5	66,5
лекции	32	32
практические занятия	32	32
семинары	–	–
лабораторные работы	–	–
курсовой проект (работа)	–	–
Самостоятельная работа студента	8	8
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 и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-38	ПК-16		
Тема 1. Комбинаторный анализ	10	+	+	ВК, ПЗ, СРС	У, ПрЗ
Тема 2. Теория графов	52	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, ПрЗ, Дк
Тема 3. Математическая логика и формальные системы	10	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, ПрЗ
Промежуточная аттестация	36				
Итого по дисциплине	108				

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ПрЗ – практическое задание; СРС – самостоятельная работа студента, У – устный опрос, Дк – доклад.

### 5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Комбинаторный анализ	4	4			2		10
Тема 2. Теория графов	24	24			4		52
Тема 3. Математическая логика и формальные системы	4	4			2		10
Итого	32	32	–		8		72
Промежуточная аттестация							36
Итого по дисциплине							108

Сокращения: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СРС – самостоятельная работа студента, 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.

#### Тема 2. Теория графов

Определение и способы задания графа, виды графов. 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.. 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. Математическая логика и формальные системы

Формулы логики высказываний, равносильность формул. Тождественно истинные и тождественно ложные формулы. Булевы функции. Контактные схемы. Логические задачи.

Исчисление высказываний: определение, система аксиом, основные правила вывода. Область истинности предикатов. Логические операции над предикатами. Кванторные операции.

### 5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие 1. Размещения, перестановки, сочетания.	2
1	Практическое занятие 2. Комбинаторные задачи с ограничениями	2
2	Практическое занятие 3. Основные характеристики	2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
	графов	
2	Практическое занятие 4. Матрицы инцидентности и смежности	2
2	Практическое занятие 5. Идентификация графа. Подграфы	2
2	Практическое занятие 6. Орграфы	2
2	Практическое занятие 7. Хроматическое число. Раскраска графа	2
2	Практическое занятие 8. Маршруты, цепи и циклы	2
2	Практическое занятие 9. Пути и связность в орграфе	2
2	Практическое занятие 10. Топологическая сортировка	2
2	Практическое занятие 11. Деревья. Минимальное покрывающее дерево	2
2	Практическое занятие 12. Задачи о кратчайшем пути на графе. Алгоритм Ли	2
2	Практическое занятие 13. Алгоритм Дейкстры	2
2	Практическое занятие 14. Задача почтальона	2
3	Практическое занятие 15. Формулы логики высказываний. Равносильность формул. Нормальные формы формул.	2
3	Практическое занятие 16. Исчисление высказываний, система аксиом, основные правила вывода. Предикаты и кванторы	2
Итого по дисциплине		32

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

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, 7, 12, 13-17]). Подготовка к выступлениям на практическом	2

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	занятия с докладами и сообщениями. Подготовка к устному опросу. подготовка к практическому заданию	
2	Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Теория графов» (конспект лекций и рекомендуемая литература. [1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10-11, 13-17]. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами и сообщениями. Подготовка к устному опросу. Подготовка к практическому заданию.	4
2	Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Математическая логика и формальные системы» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 3, 4, 5, 7, 9, 13-17]. Подготовка к устному опросу. Подготовка к практическому заданию.	2
Итого по дисциплине		8

### 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы 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. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-0810-8. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71772>. — Загл. с экрана (дата обращения 10.01.2017).

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, 2010. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1068-2. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/536>. — Загл. с экрана (дата обращения 10.01.2017).

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>. — Загл. с экрана (дата обращения 10.01.2017).

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 : Лань, 2013. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-1359-1. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5251>. — Загл. с экрана (дата обращения 10.01.2017).

**б) дополнительная литература:**

6. 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>. — Загл. с экрана (дата обращения 10.01.2017).

7. Ерусалимский, Я.М. Дискретная математика. Теория и практикум [Электронный ресурс] : учеб. / Я.М. Ерусалимский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 476 с. — ISBN 978-5-8114-2908-0. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106869>. — Загл. с экрана (дата обращения 10.01.2017).

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

8 Математический форум Math Help Planet [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=teoriya-grafov-ponyatiya-i-opredeleniya> свободный (дата обращения: 10.01.2017).

9 Примеры решений задач по теории графов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://www.matburo.ru/ex\\_dm.php?p1=dmgraf](https://www.matburo.ru/ex_dm.php?p1=dmgraf) свободный (дата обращения: 10.01.2017).

10 Научный форум dxdu [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://dxdu.ru/topic12472.html> свободный (дата обращения: 10.01.2017).

11 Математическая логика [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://bourabai.ru/dm/logic/math.htm> свободный (дата обращения: 10.01.2017).

12 Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.intuit.ru/> свободный (дата обращения: 10.01.2017).

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

13 Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.nlr.ru/>, свободный (дата обращения: 10.01.2017).

14 Библиотека учебной и научной литературы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.sbiblio.com>, свободный (дата обращения: 10.01.2017).

15 Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 10.01.2017).

16 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 10.01.2017).

17 Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://e.lanbook.com>, свободный (дата обращения: 10.01.2017).



### **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лаборатория информатики (ауд. 802): Компьютерные столы - 40 шт., стулья - 40 шт., 40 персональных компьютеров, с доступом в сеть Интернет, учебная доска, проектор (переносной), экран для проектора (переносной).

Лицензионное программное обеспечение: Anaconda3 (BSD license). Photoshop CS3 (госконтракт № SBR1010080401-00001346-01). Kaspersky Anti-Virus Suite (лицензия № 1D0A170720092603110550). K-Lite Codec Pack (freeware). VirtualBox (GPL v2). Scilab (CeCILL). Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843). VFoxPro 9.0 (госконтракт № SBR1010080401-00001346-01). LogiSim (GNU GPL). VisualStudioCommunity (Бесплатное лицензионное соглашение).

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

### **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 предназначен для выявления уровня усвоения компетенций обучающимся, необходимых перед изучением дисциплины. Входной контроль осуществляется по вопросам, на которых базируется читаемая дисциплина.

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. Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний.

При изучении дисциплины используются как традиционные лекции, так и интерактивные лекции. Интерактивные лекции проводятся в форме проблемных лекций, главная цель которых – приобретение знаний студентами при непосредственном действенном их участии. На проблемных лекциях процесс познания студентов в сотрудничестве и диалоге с преподавателем и друг с другом приближается к исследовательской деятельности. Содержание проблемы раскрывается путем организации поиска ее решения или суммирования и анализа традиционных и современных точек зрения. Основными этапами познавательной деятельности студентов в процессе проблемной лекции являются: а) осознание проблемы; б) выдвижение гипотез, предложения по решению проблемы; в) обсуждение вариантов решения проблемы; г) проверка решения.

Практическое занятие по дисциплине содействует выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных в ходе самостоятельной работы. Практические занятия как образовательная технология помогают студентам систематизировать, закрепить и углубить знания.

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Основным принципом организации самостоятельной работы студентов является комплексный подход, направленный на формирование навыков репродуктивной и творческой деятельности студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем, при домашней подготовке. Главная цель самостоятельной работы студентов – развитие способности организовывать и реализовывать свою деятельность без постороннего руководства и помощи. Самостоятельная работа подразумевает выполнение студентом поиска, анализа информации, проработку на этой основе учебного материала, подготовку к проектам.

## **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 4 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:

- балльно-рейтинговая 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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов. Вид промежуточной аттестации: экзамен (4 семестр), курсовая работа (4 семестр).

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
<b>Контактные виды занятий</b>				
ПЗ1(Тема 1) Доклад	3	5	1	
ПЗ2(Тема 1) Устный опрос	2,25	3	2	
ПЗ2(Тема 1) Практическое задание	4	6,25	3	
ПЗ3(Тема 2) Доклад	3	5	3	
ПЗ4(Тема 2)	2	3	4	
ПЗ5(Тема 2)	2	3	5	
ПЗ6(Тема 2) Устный опрос	2,25	3	6	
ПЗ7(Тема 2)	1	3	6	
ПЗ8(Тема 2) Практическое задание	4	6,25	6	
ПЗ9(Тема 2)	2,25	3	7	
ПЗ10(Тема 2) Доклад	3	5	7	
ПЗ11(Тема 2) Устный опрос	2,25	3	7	
ПЗ12(Тема 2)	2	3	7	
ПЗ13(Тема 2) Практическое задание	4	6,25	8	
ПЗ14(Тема 2)	2	3	8	
ПЗ15(Тема 3) Устный опрос	2,25	3	8	
ПЗ16(Тема 3) Практическое задание	4	6,25	8	
<b>Итого по обязательным видам занятий</b>	<b>45</b>	<b>70</b>		
<b>Экзамен</b>	<b>15</b>	<b>30</b>		
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>60</b>	<b>100</b>		
<i>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</i>				

Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций	Количество баллов		Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра)	Примечание
	минимальное значение	максимальное значение		
Научные публикации по темам дисциплины		10		
Участие в конференциях по темам дисциплины		10		
Итого дополнительно премиальных баллов		<b>20</b>		
<b>Всего по дисциплине для рейтинга</b>		<b>120</b>		
<b>Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку для зачета</b>				
Количество баллов по БРС	Оценка (по «академической» шкале)			
90 и более	5 – «отлично»			
75÷89	4 – «хорошо»			
60÷74	3 – «удовлетворительно»			
менее 60	2 – «неудовлетворительно»			

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

Выполнение практического задания оценивается от 4 до 6,25 баллов, в зависимости от правильности, оптимальности и полноты решения, а также от ответов студента на дополнительные вопросы преподавателя.

Результаты устного опроса оцениваются от 2,25 до 3 баллов, в зависимости от числа верных ответов и их полноты.

Доклад оценивается от 3 до 5 баллов. Практическое занятие оценивается от 2 до 3 баллов.

По итогам освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена и предполагает устный ответ студента на два теоретических вопроса и решение одного практического задания.

Экзамен является заключительным этапом изучения дисциплины и имеет целью проверить и оценить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению практических задач, овладение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на этапе формирования компетенций. Экзамен по дисциплине проводится в 4 семестре. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы и успешно прошедшие промежуточные контрольные точки, предусмотренные настоящей программой.

### 9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

В учебном плане курсовых работ не предусмотрено.

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

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. Выполнить преобразования.

$$57126974_{10} = X_2$$

$$A545EC_{16} = X_8$$

$$111101011101_2 = X_{16}$$

$$101100101001112 = X_{10}$$

4. Выполнить операции в обратном коде.

$$01110100101 + 10101110101$$

$$01111001000 + 01101111101$$

$$11011100001 + 10001101110$$

$$1000011101110 + 1011101000111$$

5. Выполнить операции в дополнительном коде.

$$1001000101 + 1011010110$$

$$01101111 + 1010101100111$$

$$1000100111 + 10101000101$$

$$10111011010 + 100011010100$$

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

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>1. Обладать способностью проводить доказательства утверждений как составляющей когнитивной и коммуникативной функции (ОК-38)</i>		

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>Знать:</i> – основные формулы комбинаторики, теории графов и математической логики	1 этап формирования	– Приводит основные формулы комбинаторики, теории графов и математической логики
	2 этап формирования	– Поясняет смысл входящих в формулы величин
<i>Уметь:</i> – решать комбинаторные задачи, применять алгоритмы теории графов к решению типовых задач;	1 этап формирования	– Демонстрирует умение решать простые типовые задачи
	2 этап формирования	– Демонстрирует умение решать нестандартные задачи, не выходящие за рамки изучаемого материала
<i>Владеть:</i> – навыками проведения доказательств при решении задач комбинаторики, теории графов и математической логики.	1 этап формирования	– Демонстрирует навыки проведения простейших доказательств
	2 этап формирования	– Демонстрирует навыки решения задач комбинаторики, теории графов и математической логики с использованием доказательств
<i>2. Способность формулировать профессиональные задачи и находить пути их решения (ПК-16)</i>		
<i>Знать:</i> – типовые задачи планирования воздушного движения, сводимые к алгоритмам теории графов;	1 этап формирования	– Перечисляет типовые задачи планирования воздушного движения, сводимые к алгоритмам теории графов
	2 этап формирования	– Приводит математическую постановку задач и описывает идею их решения
<i>Уметь:</i> – решать профессиональные задачи с использованием теории графов и математической логики	1 этап формирования	– Приводит математическую постановку задач и описывает идею их решения
	2 этап формирования	– Демонстрирует умение решать профессиональные задачи с использованием теории графов и математической логики

Критерий	Этапы формирования	Показатель
<i>Владеть:</i> – навыками распознавания методов комбинаторики и теории графов при решении профессиональных задач	1 этап формирования	– Демонстрирует навыки распознавания методов комбинаторики и теории графов при решении простейших типовых задач;
	2 этап формирования	– Демонстрирует навыки распознавания методов комбинаторики и теории графов при решении простейших типовых задач

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

1. Максимальное количество баллов за экзамен – 30. Минимальное количество – 15 баллов (что соответствует оценке «удовлетворительно»).

2. При наборе менее 15 баллов – экзамен не сдан по причине недостаточного уровня знаний.

3. Оценка экзамена выставляется как сумма набранных баллов за ответы на вопросы билета и за решение практического задания. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое 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 практического задания оценивается следующим образом:

– *10 баллов*: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументированно 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 аргументированно 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**

### ***Типовые вопросы для устного опроса***

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 эйлера цикла в графе.
13. Необходимые и достаточные условия существования эйлера 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. Высказывания. Логические операции над высказываниями.

24. Формулы алгебры логики.
25. Равносильные преобразования формул алгебры логики.
26. Нормальные формы формул.
27. Булевы функции. Нормальные формы булевых функций.
28. Релейно-контактные схемы.
29. Исчисление высказываний. Основные правила вывода.
30. Определение доказуемой формулы. Производные правила вывода.
31. Определение формулы, выводимой из совокупности формул. Вывод из совокупности формул.
32. Предикат. Множество истинности предиката. Логические операции над предикатами.
33. Кванторные операции.
34. Понятие формулы логики предикатов. Равносильные формулы логики предикатов.
35. Применение языка логики предикатов.

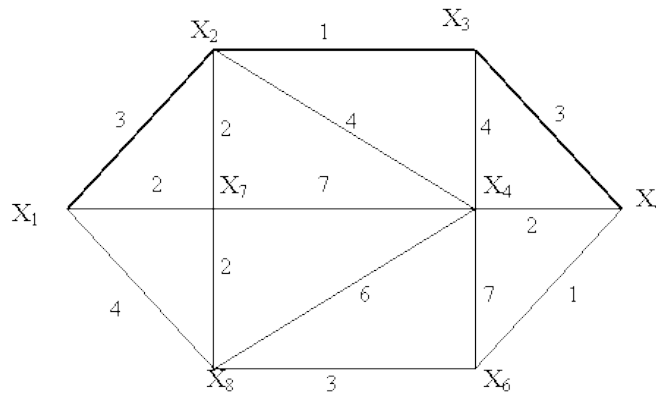
### *Типовые практические задания для текущего контроля знаний*

#### **Задачи к практическому 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 практическому заданию №2**

1. Нарисуйте два связанных 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 практическому заданию №3

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.  $f(x_1, x_2, x_3) = (x_1 \leftrightarrow x_2) \rightarrow ((x_1 \wedge x_2) \vee x_2)$
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 практическому заданию №4

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  $A \equiv \forall x \exists y P(x, y) \& \overline{\exists x \forall y Q(x, y)}$ .

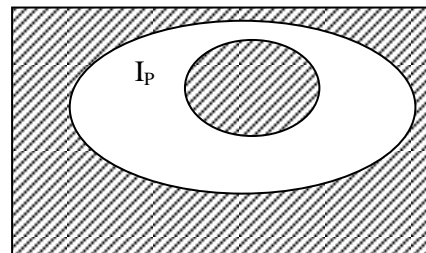
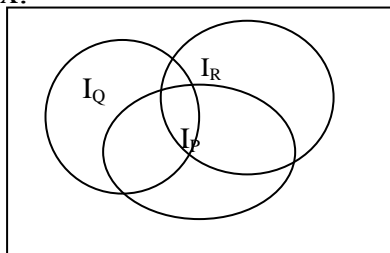
4. Даны предикаты  $P(x)$ : "  $x$  - четное число " и  $Q(x)$ : "  $x$  кратно 3 ", определенные на множестве  $M = \{1, 2, 3, \dots, 15\}$ . Найти области истинности предикатов:

- 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. 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)  $N$ .

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



**Типовые вопросы для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

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.
20. Исчисление высказываний. Основные правила вывода.
21. Определение доказуемой формулы. Производные правила вывода.

22. Определение формулы, выводимой из совокупности формул. Вывод из совокупности формул.
23. Правила выводимости из совокупности.
24. Предикат. Множество истинности предиката. Логические операции над предикатами.
25. Кванторные операции.
26. Понятие формулы логики предикатов. Равносильные формулы логики предикатов.

### ***Типовые практические задания для промежуточной аттестации в форме экзамена***

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.
3. Доказать тождество  $x_1 \downarrow x_2 = \neg(x_1 \wedge x_2) = \neg x_1 \vee \neg x_2$  по таблицам истинности.
4. Доказать аналитически тождество  $\neg(\neg x) = x$ .
5. Доказать тождество  $x_1 \downarrow x_2 = \neg(x_1 \vee x_2) = \neg x_1 \wedge \neg x_2$  по таблицам истинности.
6. Найти отрицание формулы  $\forall x \exists y (R(x, y) \rightarrow L(x, y))$ .
7. Доказать тождество  $x \vee \neg x = 1$  аналитически.
8. Привести к п.н.ф. формулу  $A \equiv \forall x \exists y P(x, y) \& \exists x \forall y Q(x, y)$ .
9. 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**

Методика преподавания дисциплины характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки и экономики, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах.

Лекция предназначена не только и не столько для сообщения какой-то информации, а, в первую очередь, для развития мышления обучаемых. Одним из способов, активизирующих мышление, является такое построение изложения учебного материала, когда обучающиеся слушают, запоминают и кон-

спектируют излагаемый лектором учебный материал, и вместе с ним участвуют в решении проблем, задач, вопросов, в выявлении рассматриваемых явлений. Такой методический прием получил название проблемного изложения.

Практическое занятие проводится в целях выработки практических умений и приобретения навыков при решении управленческих задач. Главным содержанием этих занятий является практическая работа каждого студента, форма занятия – групповая, а основной метод, используемый на занятии – метод практической работы.

Практическое занятие начинается, как правило, с формулирования его целевых установок. Понимание обучаемыми целей и задач занятия, его значения для специальной подготовки способствует повышению интереса к занятию и активизации работы по овладению учебным материалом. Вслед за этим производится краткое рассмотрение основных теоретических положений, которые являются исходными для работы обучаемых на данном занятии. Обычно это делается в форме опроса обучаемых, который служит также средством контроля за их самостоятельной работой. Обобщение вопросов теории может быть поручено также одному из обучаемых. В этом случае соответствующее задание дается заранее всей учебной группе, что служит дополнительным стимулом в самостоятельной работе. В заключении преподаватель дает оценку ответов обучаемых и приводит уточненную формулировку теоретических положений.

Основную часть практического занятия составляет работа обучаемых по выполнению учебных заданий под руководством преподавателя. На практических занятиях благоприятные условия складываются для индивидуализации обучения. При проведении занятий преподаватель имеет возможность наблюдать за работой каждого обучаемого, изучать их индивидуальные особенности, своевременно оказывать помощь в решении возникающих затруднений. Наиболее успешно выполняющим задание преподаватель может дать дополнительные вопросы, а отстающим уделить больше внимания, как на занятии, так и во вне учебное время.

Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, выставлением оценок каждому студенту и указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

- изучение теоретического материала лекций;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к устному опросу.

В ходе самостоятельной работы преподаватель обязан прививать обучаемым навыки применения современных вычислительных средств, справочников, таблиц и других вспомогательных материалов, добиваться необходимой точности и быстроты вычислений, оформления работ в соответствии с установленными требованиями.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 161000 «Аэронавигация».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 8 «Прикладной математики и информатики» « 12 » января 2017 года, протокол № 7 .

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

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 15 февраля 2017 года, протокол № 5.

Программа с изменениями и (в соответствии с Приказом от 14 июля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры») рассмотрена и согласована на заседании Учебно-методического совета Университета от 30 августа 2017 г., протокол № 10.