



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор

Ю.Ю. Михальчевский

17» 2021 года

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Алгоритмы дискретной математики**

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

Цель освоения дисциплины «Алгоритмы дискретной математики» – освоение студентами теоретических основ построения алгоритмов дискретной математики, а также формирование знаний, умений, навыков и компетенций для успешной профессиональной деятельности выпускника в области программирования данных алгоритмов на языке Си и решения прикладных задач с их помощью.

**Задачами** освоения дисциплины являются:

- формирование знаний о современных концепциях и алгоритмах дискретной математики;
- приобретение умений выбирать и использовать алгоритмы дискретной математики для решения поставленной задачи, применяя теоретические знания;
- овладение навыками применения и программирования алгоритмов дискретной математики в профессиональной деятельности.

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

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Алгоритмы дискретной математики» представляет собой дисциплину, относящуюся к части, формируемой участниками образовательных отношений «Дисциплины по выбору».

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

Дисциплина «Алгоритмы дискретной математики» 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 «Алгоритмы дискретной математики» 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 <sup>1</sup> <sub>ПК4</sub>	Идентифицирует входную и выходную информацию, а также определяет последовательность действий, необходимых для решения практической задачи

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- способы самостоятельной формализации исходных данных для программирования алгоритмов теории графов, комбинаторики и других разделов дискретной математики.

- способы применения современных прикладных программных средств и технологий программирования для решения прикладных задач теории графов и других разделов дискретной математики;

- определение и основные свойства алгоритма

- нахождение минимальных путей между вершинами в графе

- компенсацию матриц графа

- способы раскраски графа

- основные алгоритмы генерации сочетаний, размещений и перестановок

- методы решения транспортной задачи

- применять математический аппарат при решении типовых задач, а также обнаруживать применимость алгоритмов комбинаторики, теории графов и других разделов дискретной математики для решения задач из родственных областей науки и ее приложений

Уметь:

- самостоятельно определять возможность и необходимость применения алгоритмов теории графов, комбинаторики и других разделов дискретной математики к решению прикладных задач.

- применять алгоритмы дискретной математики при решении типовых задач с использованием современных прикладных программных средств и технологий программирования.

- применять конкретные комбинаторных конфигурации с подсчетом их количества при решении практических задач,

- строить граф по его матрицам смежности или инцидентий и решать обратную задачу

- применять алгоритмы теории графов при решении практических задач,

- использовать хроматическое число и хроматический многочлен графа

Владеть:

- способностью и готовностью к изучению дальнейших алгоритмов дискретной математики, а также к оценке степени адекватности предлагаемого аппарата к решению прикладных задач.

- навыками программирования алгоритмов теории графов, комбинаторики и других разделов дискретной математики

- навыками представления данных для грамотной математической постановки конкретных задач, возникающих в профессиональной деятельности, решаемых аппаратом и методами теории графов, комбинаторики и других разделов дискретной математики.

#### **4 Объем дисциплины и виды учебной работы**

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

Наименование	Всего часов	Семестры
		5
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	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 зачету с оценкой	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
		ПК - 4		
Тема 1. Алгоритмы комбинаторики	20	+	ВК, Л, ПЗ, СРС	У, ИЗ
Тема 2. Алгоритмы теории графов	20	+	Л, ПЗ, СРС	У, ИЗ, Д
Тема 3. Задачи оптимизации на графах с применением современных прикладных пакетов	22	+	Л, ПЗ, СРС	У, ИЗ, Д
Тема 4. Алгоритмы сортировки и поиска	10	+	Л, ПЗ, СРС	У, ИЗ
Итого по дисциплине:	72			

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	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Алгоритмы комбинаторики	4	8	-	-	8	-	20
Тема 2. Алгоритмы теории графов	4	8	-	-	8	-	20
Тема 3. Задачи оптимизации на графах с при-	4	8	-	-	10	-	22

Наименование темы (раздела) дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
менением современных прикладных пакетов							
Тема 4. Алгоритмы сортировки и поиска	2	4	-	-	4	-	10
Всего по дисциплине	14	28	-	-	30	-	72
Промежуточная аттестация							36
Итого по дисциплине							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. Алгоритмы комбинаторики

Понятие алгоритма. Свойства алгоритмов. Поиск с возвратением. Перестановки. Эффективное порождение перестановок. Порождение подмножеств множества. Генерация размещений с повторением. Порождение сочетаний. Генерация случайных перестановок. Размещения, повторения и перестановки с условием. Задача Люка.

### Тема 2. Алгоритмы теории графов

Способы задания графа. Способы идентификации графа. Алгоритм поиска минимального пути между заданными вершинами орграфа. Метод поиска в глубину на простом неориентированном графе. Алгоритм Уоршола. Выделение компонент связности. Алгоритм Дейкстры для нахождения минимального пути в графе. Раскраска графа. Понятие компенсации матрицы. Симметричные матрицы. Алгоритм компенсации матрицы. Методы сортировки массивов. Двудольные графы и поиск паросочетаний. Генератор случайных графов. Алгоритм построения случайного неориентированного графа. Алгоритм построения случайного ориентированного графа. Алгоритм построения случайного ориентированного бесконтурного графа. Алгоритм проверки планарности графа. Операции над множествами. Объединение множеств. Эффективность алгоритмов.

### Тема 3. Задачи оптимизации на графах

Эйлеровы циклы. Алгоритм построения эйлерова цикла в графе. Алгоритм Терри. Гамильтоновы циклы. Задача о почтальоне. Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ. Минимальное покрывающее дерево. Кратчайшие пути. Сетевой план. Потoki в сетях. Увеличивающая цепь. Максимальный поток в сети. Задача нахождения максимального потока в транспортной сети в терминах теории графов. Алгоритм Форда — Фалкерсона. Транспортная задача. Методы северо-западного угла, минимального элемента с применением современных прикладных пакетов. Метод Фогеля.

### Тема 4. Алгоритмы сортировки и поиска

Сортировка вставками. Пузырьковая сортировка. Сортировка перечислением. Сортировка всплытием Флойда. Последовательный поиск. Логарифмический поиск.

## 5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (часы)
1	Практическое занятие 1. Размещения, перестановки, сочетания.	4
1	Практическое занятие 2. Размещения, перестановки, сочетания с условием	4
2	Практическое занятие 3. Способы задания графа Идентификация свойств графа	4
2	Практическое занятие 4. Построение графа в визуальной среде Раскраска графа в визуальной среде	4
3	Практическое занятие 5. Диаметр, радиус и центр графа Задачи о кратчайшем пути на графе. Алгоритм Ли.	4
3	Практическое занятие 6. Транспортная задача с применением современных прикладных пакетов	4
4	Практическое занятие 7. Алгоритмы сортировки	2
4	Практическое занятие 8. Алгоритмы поиска	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	Трудо-емкость (часы)
1	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Алгоритмы комбинаторики» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1, 2, 3, 4, 7, 8, 9]. 2. Подготовка к устному опросу.	2
2	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Алгоритмы теории графов» (конспект лекций и рекомендуемая литература [2, 3, 4, 6, 7, 8, 9]. 2. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами и сообщениями. 3. Подготовка к устному опросу.	8
3	1 Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Задачи оптимизации на графах с применением современных прикладных пакетов» (конспект лекций и рекомендуемая литература [2, 3, 4, 7, 8, 9]. 2. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами и сообщениями. 3. Подготовка к устному опросу.	7
4	1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала по теме «Алгоритмы сортировки и поиска» (конспект лекций и рекомендуемая литература [3, 4, 5, 7, 8, 9]. 2. Подготовка к устному опросу.	2
Итого по дисциплине (модулю)		19

## 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

## **6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

а) основная литература:

1. Клековкин, Г.А. **Введение в перечислительную комбинаторику** [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.А. Клековкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 228 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/119290> (дата обращения: 15.05.2021)

2. Иорданский, М.А. **Кодирование комбинаторных объектов** [Электронный ресурс] / М.А. Иорданский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 92 с. — ISBN 978-5-8114-2787-1. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102599> (дата обращения: 15.05.2021)

3. 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)

4. Сесекин, А.Н. Задачи маршрутизации перемещений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Н. Сесекин, А.А. Ченцов, А.Г. Ченцов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1220-4. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/677> (дата обращения: 15.05.2021)

5. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 272 с. — ISBN: 978-5-94074-584-6. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1261> (дата обращения: 15.05.2021)

б) дополнительная литература:

6. Кирсанов, М.Н. Графы в MAPLE. Задачи, алгоритмы, программы [Электронный ресурс] / М.Н. Кирсанов. — Электрон. дан. — М.: Физматлит, 2007. 168 с. — ISBN 5-7046-1168-0. — Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Kirsanov2007ru.pdf> (дата обращения: 15.05.2021)

7. 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)

8. 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)

9. Павловская Т.А. С/С++. Программирование на языке высокого уровня: учеб. для вузов [Текст]. , - СПб.: Питер, 2002. - 464 с. ISBN 5-318-00001-0. 12 экз.

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

10 **Алгоритмы сортировки и поиска** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prog-cpp.ru/algorithm-sort/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 **Учебно-образовательная физико-математическая библиотека** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>, свободный (дата обращения: 15.05.2021)

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

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

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

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

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

18 **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

Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	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	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)
1	2	3
Алгоритмы дискретной математики	Аудитория для проведения лекций и практических работ- №800 «Компьютерный класс № 1», 196210, г. Санкт-Петербург, ул.	196210, г. Санкт-Петербург, ул. Пилотов, дом 38, лит. А



Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	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	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)
	Пилотов, д. 38, литера А Компьютерные столы - 16 шт., круглый стол – 2 шт., стулья - 28 шт., 28 персональных компьютеров, с доступом в сеть Интернет, учебная доска, экран для проектора. PascalABC.NET ((L)GPL v3) VisualStudioCommunity Kaspersky Anti-Virus Suite (лицензия № 1D0A170720092603110550) Photoshop CS3 (госконтракт № SBR1010080401-00001346-01) VirtualBox(GPL v2) Scilab (CeCILL) Microsoft Windows Office Professional Plus 2007 (лицензия № 43471843)	

## 8 Образовательные и информационные технологии

В рамках изучения дисциплины «Алгоритмы дискретной математики» 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 из школьных курсов математических дисциплин, на которых базируется дисциплина «Алгоритмы дискретной математики».

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 «Алгоритмы дискретной математики» 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 познавательные-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 «Алгоритмы дискретной математики» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду MSOffice: Word 2007, Excel 2007, PowerPoint 2007, язык программирования высокого уровня PascalABC.NET, интегрированная среда программирования для алгоритмического языка C++ CodeGearBuilder C++ 2007.

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

Фонд оценочных средств дисциплины «Алгоритмы дискретной математики» 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 экзамена.

Фонд оценочных средств дисциплины «Алгоритмы дискретной математики» для текущего контроля включает: устные опросы 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.

Индивидуальное задание предназначено для проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачёта с оценкой в 4 семестре, и в виде экзамена в 5 семестре.

Зачет с оценкой (промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Алгоритмы дискретной математики») позволяет определить уровень освоения обучающимся компетенций (п. 9.5) за один семестр (4 семестр) изучения данной дисциплины. Зачет с оценкой предполагает устный ответ на 1 теоретический вопрос, а также решение 1 практической 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 задачи.

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

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>Контактная работа</b>				
Аудиторные занятия				
Лекция 1 (Тема 1)	1	2	1	
Практическое занятие 1 (Тема 1)	2,5	4	1	
Практическое занятие 2 (Тема 1)	2,5	4	2	
Лекция 2 (Тема 1)	1	2	3	
Практическое занятие 3 (Тема 1)	2,5	4	3	
Практическое занятие 4 (Тема 1)	2,5	4	4	
Лекция 3 (Тема 1)	1	2	5	
Практическое занятие 5 (Тема 2)	2,5	4	5	
Практическое занятие 6 (Тема 2)	2,5	4	6	
Лекция 4 (Тема 1)	1	2	7	
Практическое занятие 7 (Тема 2)	2,5	4	7	
Практическое занятие 8 (Тема 2)	2,5	4	8	
Лекция 5 (Тема 2)	1	2	9	
Практическое занятие 9 (Тема 2)	3	4	9	
Практическое занятие 10(Тема 2)	3	4	10	
Лекция 6 (Тема 2)	1	2	11	
Практическое занятие 11(Тема 2)	3	4	11	
Практическое занятие 12(Тема 2)	3	4	12	
Лекция 7 (Тема 2)	1	2	13	
Практическое занятие 13(Тема 2)	3	4	13	
Практическое занятие 14(Тема 3)	3	4	14	

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>Итого по обязательным видам занятий</b>				
<b>Экзамен</b>	<b>15</b>	<b>30</b>		
<b>Итого по дисциплине за 5 семестр</b>	<b>60</b>	<b>100</b>		
<i>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</i>				
Участие в конференции по темам дисциплины		10		
Научная публикация по темам дисциплины		10		
<b>Итого дополнительно премияльных баллов за 5 семестр</b>		<b>20</b>		
<b>Всего по дисциплине за 5 семестр для рейтинга</b>		<b>120</b>		
<b>Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку по «академической» шкале</b>				
<b>Количество баллов по БРС</b>		<b>Оценка (по «академической» шкале)</b>		
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**

Посещение студентом лекционного занятия оценивается в 0,5 балла. Ведение лекционного конспекта – 1 балл. Активное участие в обсуждении дискуссионных вопросов в ходе лекции – до 0,5 баллов.

Посещение практического занятия без ведения конспекта оценивается в 2 балла. Посещение практического занятия с ведением конспекта оценивается в 2,5 балла. Доклад – до 0,5 балла. Участие в обсуждении доклада – до 0,5 балла. Успешное выполнение индивидуального задания – 1 балл.

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

В учебном плане рефератов и 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) 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?
- 6) Дано натуральное трехзначное число  $n$ , в записи которого нет нулей. Составить алгоритм, который возвращает значение ИСТИНА, если верно утверждение: "число  $n$  кратно каждой своей цифре", и ЛОЖЬ - в противном случае.
- 7) Дано натуральное число  $n$ . Если число нечётное и его удвоение не приведет к выходу за 32767 (двухбайтовое целое число со знаком), удвоить его, иначе - оставить без изменения.
- 8) Подсчитать количество нечетных цифр в записи натурального числа  $n$ .
- 9) Определить количество информации в 10 страницах текста (на каждой странице 32 строки по 64 символа) при использовании алфавита из 256 символов.
- 10) Переведите в восьмеричную систему счисления двоичное число 110101
- 11) Для кодирования букв Х, Е, Л, О, Д решили использовать двоичное представление чисел 0, 1, 2, 3 и 4 соответственно (с сохранением одного незначащего нуля в случае одноразрядного представления). Закодируйте последовательность букв ЛЕДОХОД таким способом и результат запишите шестнадцатеричным кодом.
- 12) Все 5-буквенные слова, составленные из букв А, К, Р, У, записаны в алфавитном порядке. Вот начало списка:
  1. ААААА
  2. ААААК
  3. ААААР
  4. ААААУ
  5. АААКА

Запишите слово, которое стоит на 350-м месте от начала списка.

### 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 <sub>ПК4</sub> <sup>1</sup>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечисляет основные пакеты и библиотеки языков программирования, применяемые для программирования задач дискретной математики;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- описывает программную реализацию базовых способов обработки дискретных данных в задачах в современных прикладных пакетах;</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирает способ программирования простых комбинаторных объектов, графов, обработки матриц</li> </ul>
2 этап		
ПК-4	ИД <sub>ПК4</sub> <sup>1</sup>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применяет способы реализации алгоритмов дискретной математики и обработки дискретных данных с помощью современных прикладных программных средств;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интерпретирует различные способы обработки дискретных данных в задачах, используя современные прикладные пакеты, и визуализирует исходные данные и результаты обработки;</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оспаривает правильность выбранного способа программирования комбинаторных объектов с условиями, различного вида графов, сложной обработки дискретных данных с сортировкой, поиском и наложением условий;</li> </ul>

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 интерпре-

- тация 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. Алгоритм поиска размещения без повторений и с повторениями.
3. Алгоритм поиска перестановок.
4. Алгоритм поиска сочетаний без повторений и с повторениями.
5. Алгоритм поиска размещений, перестановок и сочетаний с наложенными условиями.
6. Задача Люка о соседях.
7. Способы компенсации матриц.
8. Способы задания графа.
9. Способы идентификации свойств графа.
10. Алгоритм поиска минимального пути между заданными вершинами ориентированного графа.
11. Метод поиска в глубину на простом неориентированном графе.
12. Алгоритм Уоршола.
13. Выделение компонент связности.
14. Алгоритм Дейкстры для нахождения минимального пути в графе.
15. Раскраска графа.
16. Двудольные графы и поиск паросочетаний.
17. Методы сортировки массивов.
18. Генератор случайных графов.
19. Проверка планарности графа.
20. Операции над множествами. Объединение множеств.
21. Ориентированные графы. Степень вершины ориентированного графа. Способы задания ориентированных графов.
22. Транспортные сети. Основные понятия.
23. Эйлеровы циклы.
24. Алгоритм Терри.
25. Гамильтоновы циклы.
26. Задача о почтальоне.
27. Задача коммивояжера. Методы решения.
28. Минимальное покрывающее дерево.
29. Сетевой план. Потоки в сетях.
30. Увеличивающая цепь. Максимальный поток в сети.
31. Алгоритм Форда — Фалкерсона.
32. Транспортная задача.
33. Методы северо-западного угла, минимального элемента.
34. Метод Фогеля.
35. Сортировка вставками.
36. Пузырьковая сортировка.
37. Сортировка перемешиванием.
38. Сортировка всплытием Флойда.
39. Последовательный поиск.
40. Логарифмический поиск.

**Примерный перечень практических заданий для текущего контроля знаний**

### Примеры заданий к индивидуальному заданию №1

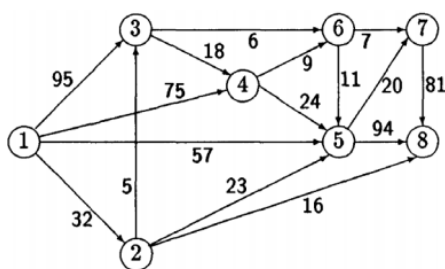
- 1) Написать алгоритм разбиения конечного множества с  $n$  элементами на  $k$  подмножеств.
- 2) Написать алгоритм вывода всех размещений с повторениями из  $n$  по  $k$  элементов с суммой цифр, равной  $s$ .
- 3) Написать алгоритм вывода всех сочетаний с повторениями из  $n$  по  $k$  элементов для случая  $n < k$ .

### Примеры заданий к индивидуальному заданию №2

- 1) Написать алгоритм получения матрицы инцидентности орграфа из матрицы смежности.
- 2) Написать алгоритм расчета эксцентриситета для каждой вершины графа.
- 3) Написать алгоритм получения матрицы Кирхгофа графа из матрицы смежности.
- 4) Написать алгоритм получения матрицы смежности дополнения графа.

### Примеры заданий к индивидуальному заданию №3

- 1) Реализовать алгоритм построения опорного плана методом минимального элемента
- 2) Реализовать алгоритм поиска паросочетаний для двудольного графа с нечетным числом вершин, большим пяти.
- 3) Найти максимальный поток и минимальный разрез в транспортной сети, используя алгоритм Форда–Фалкерсона. Построить граф приращений. Проверить выполнение условия максимальности построенного полного потока. Источник – вершина 1, сток – вершина 8.



### Примеры заданий к индивидуальному заданию №4

- 1) Реализовать алгоритм пузырьковой сортировки для целочисленного массива произвольной размерности. Исходный массив заполняется случайным образом.
- 2) Реализовать алгоритм сортировки перечислением для целочисленного массива произвольной размерности. Исходный массив заполняется случайным образом.

- 3) Реализовать алгоритм последовательного поиска. Для поиска использовать файл со случайными числами, для формирования которого предусмотреть функцию в программе.

### **9.6.2 Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

#### **Примерный перечень экзаменационных вопросов**

1. Алгоритм генерации размещений с повторением и без повторений.
2. Генерация случайных перестановок.
3. Алгоритм генерации сочетаний с повторением и с условием.
4. Алгоритм определения изоморфности графов.
5. Метод поиска в глубину на простом неориентированном графе.
6. Поиск числа внешней устойчивости.
7. Поиск числа внутренней устойчивости.
8. Поиск диаметра, радиуса и центра графа.
9. Алгоритм построения дополнения случайного неориентированного графа.
10. Алгоритм построения случайного ориентированного графа.
11. Поиск числа маршрутов определенной длины в графе.
12. Поиск минимального пути между заданными вершинами графа.
13. Алгоритм Уоршолла.
14. Алгоритм Дейкстры.
15. Алгоритм компенсации матрицы.
16. Алгоритм топологической сортировки.
17. Кодировка дерева. Двоичная кодировка. Код Прюфера.
18. Двудольные графы и поиск паросочетаний.
19. Алгоритм объединения множеств.
20. Сетевой план. Поток в сетях. Максимальный поток в сети.
21. Сеть. Алгоритм Форда-Фалкерсона.
22. Транспортная задача. Поиск опорного плана.
23. Метод Фогеля.
24. Кратчайший путь в орграфе. Алгоритм Дейкстры.
25. Планарность. Плоский граф. Подразбиение. Гомеоморфность.
26. Задача раскраски графа.
27. Эйлеровы циклы. Алгоритм построения эйлерова цикла в графе.
28. Задача о почтальоне.
29. Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ.
30. Алгоритмы сортировки вставками. Пузырьковая сортировка.
31. Сортировка всплытием Флойда.
32. Алгоритмы поиска.

#### **Типовые задачи для промежуточной аттестации**

1. Реализовать алгоритм пузырьковой сортировки для целочисленного массива заданной размерности.

2. Реализовать алгоритм сортировки перечислением для массива размерности  $4 \times 5$ .
3. Реализовать алгоритм последовательного поиска для случайного массива  $5 \times 5$ .
4. Написать алгоритм разбиения конечного множества с 10 элементами на 2 подмножества по условию (условие задать самостоятельно).
5. Написать алгоритм вывода всех размещений с повторениями из  $n$  по  $k$  элементов с суммой цифр, равной  $s$ .
6. Написать алгоритм вывода всех сочетаний с повторениями из  $n$  по  $k$  элементов для случая  $n < k$ .
7. Написать алгоритм получения матрицы инцидентности орграфа из матрицы смежности.
8. Написать алгоритм расчета эксцентриситета для каждой вершины графа.
9. Написать алгоритм получения матрицы Кирхгофа графа из матрицы смежности.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Приступая к изучению дисциплины «Алгоритмы дискретной математики», 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, лабораторные работы и практические занятия. На первом занятии преподаватель осуществляет входной контроль по вопросам дисциплин, являющимися предшествующими для дисциплины «Алгоритмы дискретной математики» (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 «Алгоритмы дискретной математики», 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.

Практические занятия по дисциплине «Алгоритмы дискретной математики» 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, лабораторных работ 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 «Алгоритмы дискретной математики». Последовательность работы означает преемственность и логику в овладении знаниями по дисциплине «Алгоритмы дискретной математики». 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 зачёта с оценкой по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

Экзамен (промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Алгоритмы дискретной математики») 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 № 1 .

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 » июня 2021 года, протокол № 7 .