

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

Кафедра №41

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

 А.А. Ключарев  
(подпись)

«24» мая 2018 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дискретная математика»  
(Название дисциплины)

|                                               |                                             |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Код направления                               | 09.03.04                                    |
| Наименование<br>направления/<br>специальности | Программная инженерия                       |
| Наименование<br>направленности                | Разработка программно-информационных систем |
| Форма обучения                                | заочная                                     |

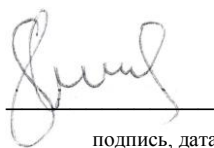
Санкт-Петербург 2018 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил

проф., д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

С.Д. Шапоров

инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 41

«17» мая 2018 г, протокол № 09/2018

Заведующий кафедрой № 41

д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание

«17» мая 2018 г

подпись, дата



Г.А. Коржавин

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 09.03.04(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

А.А. Ключарев

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 4 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

  
подпись, дата

А.А. Ключарев

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Дискретная математика» входит в базовую часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 09.03.04 «Программная инженерия» направленность «Разработка программно-информационных систем». Дисциплина реализуется кафедрой №41.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общекультурных компетенций:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»;

профессиональных компетенций:

ПК-12 «способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования».

Содержание дисциплины включает круг вопросов из трёх разделов математики: теории множеств, комбинаторики и теории графов. В первом разделе рассматриваются простейшие свойства множеств и бинарных отношений, а также отношения эквивалентности и порядка. Обсуждается употребляемая в современной математике система аксиом теории множеств.

Во втором разделе изучаются существующие четыре схемы выбора подмножеств, а также подходы к решению комбинаторных задач в рамках алгебраического метода, методов рекуррентных соотношений, производящих функций, включений и исключений.

В разделе теория графов даются необходимые сведения о типах графов, их свойствах и рассматриваются некоторые оптимизационные алгоритмы построения графов с заданными свойствами, в том числе алгоритмы решения экономических задач на сетевых графах.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

### **1.1. Цели преподавания дисциплины**

Цель преподавания дисциплины - дать студентами необходимые базовые знания и систематизированное представление о теории множеств, комбинаторике и теории графов и их интерпретациях, а также привить им навыки решения оптимизационных задач методами дискретной математики. Содержание дисциплины базируется на общематематических курсах, изучаемых студентами на предыдущих семестрах, в частности, в курсах математического анализа и вычислительной математики.

### **1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию»:

Знать – базовые методы и основные направления развития дискретной математики;

уметь – соотносить аппарат дискретной математики с другими разделами математики;

владеть навыками – самостоятельной работы по изучению и освоению современного математического аппарата;

иметь опыт деятельности – по применению математического аппарата дискретной математики при решении прикладных задач предметной области;

ПК-12 «способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования»:

знать – современный аппарат дискретной математики, используемый в прикладных задачах программной инженерии;

уметь – выбирать методику формализации задач своей предметной области;

владеть навыками – решения оптимизационных задач методами дискретной математики;

иметь опыт деятельности – по формированию математических моделей прикладных задач.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Математика. Математический анализ;
- Математическая логика и теория алгоритмов;
- Информатика
- Введение в направление.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- Прикладная теория вероятностей и статистика;
- Теория формальных языков;
- Теория вычислительных процессов;
- Вычислительная математика.

## **3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час**

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы                                                                                   | Всего  | Трудовоемкость по семестрам |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------|
|                                                                                                      |        | №2                          |
| 1                                                                                                    | 2      | 3                           |
| <b>Общая трудовоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>                                                     | 3/ 108 | 3/ 108                      |
| <b>Аудиторные занятия</b> , всего час.,<br><b>В том числе</b>                                        | 12     | 12                          |
| лекции (Л), (час)                                                                                    | 8      | 8                           |
| Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)                                                         | 4      | 4                           |
| лабораторные работы (ЛР), (час)                                                                      |        |                             |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)                                                             |        |                             |
| Экзамен, (час)                                                                                       |        |                             |
| <b>Самостоятельная работа</b> , всего                                                                | 96     | 96                          |
| <b>Вид промежуточного контроля:</b><br>зачет, дифф. зачет, экзамен ( <b>Зачет, Дифф. зач, Экз.</b> ) | Зачет  | Зачет                       |

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины                 | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|------------------------------------------|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 2                                |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Множества и операции над ними  | 1            | -             |          |          | 15        |
| Раздел 2. Комбинаторика                  | 2            | 1             |          |          | 15        |
| Раздел 3. Основы теории графов           | 2            | 1             |          |          | 20        |
| Раздел 4. Планы и хроматические графы    | 1            | -             |          |          | 10        |
| Раздел 5. Элементы сетевого планирования | 2            | 2             |          |          | 36        |
| Итого в семестре:                        | 8            | 4             |          |          | 96        |
| Итого:                                   | 8            | 4             | 0        | 0        | 96        |

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

| Номер раздела                                     | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Множества и операции над ними</b>    | <p>1.1 Множество. Равенство множеств. Подмножество. Пустое множество, универсум. Диаграммы Эйлера-Венна. Булеан. Способы задания множеств. Основные операции над множествами. Алгебра множеств, её основные формулы. Конституенты .</p> <p>1.2. Декартовы произведения множеств. Бинарные отношения. Отображения множеств. Образы, прообразы, обратные отображения, виды отображений. Функции, их свойства. Бинарные отношения специального вида. Отношения порядка.</p> <p>1.3. Эквивалентность и мощность множеств. Кардинальные числа, шкала кардинальных чисел. Конечные, бесконечные, счётные, бессчётные, континуальные множества, их свойства. Арифметика кардинальных чисел.</p>                                                                                                                                                                      |
| <b>Раздел 2. Комбинаторика.</b>                   | <p>2.1 Основные формулы комбинаторики. Выборки. Правила суммы и произведения. Перестановки, размещения, сочетания с повторениями и без повторений. Бином Ньютона. Свойства биномиальных коэффициентов.</p> <p>2.2 Принцип включений и исключений. Формула включений и исключений. Применение принципа включений и исключений к решению некоторых комбинаторных задач.</p> <p>Производящие функции, экспоненциальные производящие функции, действия над ними. Производящие функции некоторых комбинаторных последовательностей. Метод рекуррентных соотношений. Решение линейных рекуррентных уравнений с постоянными коэффициентами. Числа Фибоначчи.</p>                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Раздел 3. Основы теории графов.</b>            | <p>3.1 Основные понятия теории графов. Граф (орграф), его элементы. Виды графов (орграфов). Отношения между элементами графа (орграфа). Способы задания. Степень вершины. Изоморфизм. Связность.</p> <p>3.2 Маршруты, пути, циклы. Маршруты в графах, их виды. Цепь, цикл. Пути в орграфах, их виды. Контур. Теоремы о маршрутах и циклах. Определение экстремальных путей на графах. Выявление маршрутов с заданным количеством ребер. Метод Шимбелла. Алгоритмы Дейкстры и Беллмана - Мура построения кратчайшего пути. Задача о нахождении максимального пути на ациклических графах. Контур. Теоремы о маршрутах и циклах. Обходы графов. Фундаментальные циклы.</p> <p>3.3 Деревья. Дерево (ордерево). Корневые, бинарные деревья. Теоремы о деревьях. Остовный граф. Задача об остове минимального веса. Алгоритм Прима расчета кратчайшего остова.</p> |
| <b>Раздел 4. Планарные и хроматические графы.</b> | <p>Планарные графы. Укладка графа на плоскости, один из алгоритмов укладки графов. Хроматические графы. Раскраски графов. Теорема о пяти красках, история её доказательства.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Раздел 5. Элементы сетевого планирования.</b>  | <p>5.1. Сети, потоки в сетях. Определения двухполюсной направленной сети, потока. Задача о максимальном потоке. Разрез. Теорема Форда-</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Фалкерсона.</p> <p>5.2 Основные параметры сетевых графов. Критические пути, работы, резервы. Резервы для событий и работ сетевого графа. Линейные графики.</p> <p>5.3. Планирование потребления ресурса. Составление расписаний при ограничениях на ресурсы.</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Темы практических занятий                                                        | Формы практических занятий                                      | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|
| Семестр 2 |                                                                                  |                                                                 |                     |                      |
| 1         | Решение задач на доказательство тождеств теории множеств.                        | Не интерактивная. Решение типовых примеров и разбор алгоритмов. | 1                   | 1                    |
| 2         | Решение комбинаторных задач.                                                     | Не интерактивная. Решение типовых примеров и разбор алгоритмов. | 1                   | 2                    |
| 3         | Решение задач теории графов.                                                     | Не интерактивная. Решение типовых примеров и разбор алгоритмов. | 1                   | 3,4                  |
| 4         | Резервы для событий и работ сетевого графа.<br>Планирование потребления ресурса. | Не интерактивная. Решение типовых примеров и разбор алгоритмов. | 1                   | 5                    |
| Всего:    |                                                                                  |                                                                 | 4                   |                      |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                                 |                     |                      |
|                                 |                                 |                     |                      |
| Всего:                          |                                 |                     |                      |

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 2, час |
|---------------------------------------------------|------------|----------------|
| 1                                                 | 2          | 3              |
| <b>Самостоятельная работа, всего</b>              | 96         | 96             |
| изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 30         | 30             |
| курсовое проектирование (КП, КР)                  | –          | –              |
| расчетно-графические задания (РГЗ)                | 50         | 50             |
| выполнение реферата (Р)                           | –          | –              |
| Подготовка к текущему контролю (ТК)               | 10         | 10             |
| домашнее задание (ДЗ)                             | -          | -              |
| контрольные работы заочников (КРЗ)                | 6          | 6              |

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 8-10.

#### 6. Перечень основной и дополнительной литературы

##### 6.1. Основная литература

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

| Шифр                          | Библиографическая ссылка / URL адрес                                                                                                                                                          | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| [519.6(075)<br>Н 13 519.6/.8] | А.А. Набебин Дискретная математика. – М: Научный мир, 2010. – 509 с.                                                                                                                          | 5                                                                   |
| [519.7(075)<br>Д 48]          | Дискретная математика. Основные понятия теории чисел: методические указания / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. С. В. Федоренко. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2011. - 16 с. | 84                                                                  |
| [519.7(075)<br>Д 48]          | Дискретная математика. Дополнительные главы теории чисел: методические указания / С.-                                                                                                         | 86                                                                  |



|  |                                                                                                                   |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения;<br>сост. С.В. Федоренко. - СПб.: ГОУ ВПО<br>"СПбГУАП", 2011. - 15 с. |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 6.2. Дополнительная литература

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

| Шифр         | Библиографическая ссылка/ URL адрес                                                                                                                  | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 518<br>А 39  | О.Е.Акимов, Дискретная математика: логика, группы, графы / О.Е. Акимов, М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. 376 с.                                 | 1                                                                   |
| 519.6/.8 Н73 | Дискретная математика для программистов [Текст]: учебное пособие / Ф. А. Новиков. - 2-е изд. - М. и др.: Питер, 2006. - 363 с.                       | 45                                                                  |
| 51<br>Ш 24   | Математическая логика [Текст]: курс лекций и практических занятий : учебное пособие / С. Д. Шапорев. - СПб. : БХВ - Петербург, 2007. - 416 с.        | 1                                                                   |
| 51 Л13       | Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов [Текст] / И.А. Лавров, Л. Л. Максимова. - 2-е изд. - М. : Наука, 1984. - 223 с. | 2                                                                   |

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

| URL адрес                                                                                                                                       | Наименование                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=536">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=536</a> | Асанов М.О., Баранский В.А., Расин В.В. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы [Электронный ресурс] - СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 368 с. |
| <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=119456">http://znanium.com/bookread.php?book=119456</a>                                           | Канцедал С. А. Дискретная математика [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Канцедал. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. - 224 с.                           |

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование                                               |
|-------|------------------------------------------------------------|
|       | Программный продукт Portable MathCad v.15 от MathSoft Inc. |

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1     | Лекционная аудитория                                      |                                     |
| 2     | Компьютерный класс                                        |                                     |

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Примерный перечень оценочных средств |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Зачет                        | Список вопросов (см. табл.17).       |

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| Номер семестра                                         | Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| ОК-7 «способность к самоорганизации и самообразованию» |                                                                                |
| 1                                                      | Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра                         |
| 1                                                      | Математика. Математический анализ                                              |
| 2                                                      | Дискретная математика                                                          |

|                                                                                                                      |                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2                                                                                                                    | Математика. Математический анализ                                                                                                                       |
| 3                                                                                                                    | Философия                                                                                                                                               |
| 3                                                                                                                    | Теория вероятностей                                                                                                                                     |
| 4                                                                                                                    | Вычислительная математика                                                                                                                               |
| 4                                                                                                                    | Математическая логика и теория алгоритмов                                                                                                               |
| 4                                                                                                                    | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                                                    |
| 5                                                                                                                    | Социология и политология                                                                                                                                |
| 6                                                                                                                    | Производственная практика научно-исследовательская работа                                                                                               |
| 10                                                                                                                   | Производственная преддипломная практика                                                                                                                 |
| ПК-12 «способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования» |                                                                                                                                                         |
| 1                                                                                                                    | Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра                                                                                                  |
| 1                                                                                                                    | Математика. Математический анализ                                                                                                                       |
| 2                                                                                                                    | Дискретная математика                                                                                                                                   |
| 2                                                                                                                    | Математика. Математический анализ                                                                                                                       |
| 2                                                                                                                    | Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности |
| 3                                                                                                                    | Теория формальных языков                                                                                                                                |
| 3                                                                                                                    | Теория вероятностей                                                                                                                                     |
| 4                                                                                                                    | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                                                    |
| 4                                                                                                                    | Математическая логика и теория алгоритмов                                                                                                               |
| 6                                                                                                                    | Производственная практика научно-исследовательская работа                                                                                               |
| 9                                                                                                                    | Теория вычислительных процессов                                                                                                                         |
| 10                                                                                                                   | Производственная преддипломная практика                                                                                                                 |

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции                                  |                        | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 100-балльная шкала                                  | 4-балльная шкала       |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Ошибка! Объект не может быть создан из кодов</b> | «отлично»<br>«зачтено» | - обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;<br>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;<br>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; |

|                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| полей<br>редактир<br>ования. <sup>К</sup><br><b>Ошибка!</b><br>Объект<br>не может<br>быть<br>создан из<br>кодов<br>полей<br>редактир<br>ования.                                                                       |                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Ошибка!</b><br>Объект<br>не может<br>быть<br>создан из<br>кодов<br>полей<br>редактир<br>ования. <sup>К</sup><br><b>Ошибка!</b><br>Объект<br>не может<br>быть<br>создан из<br>кодов<br>полей<br>редактир<br>ования. | «хорошо»<br>«зачтено»                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>- не допускает существенных неточностей;</li> <li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>- аргументирует научные положения;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> <li>- владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>                                                    |
| <b>Ошибка!</b><br>Объект<br>не может<br>быть<br>создан из<br>кодов<br>полей<br>редактир<br>ования. <sup>К</sup><br><b>Ошибка!</b><br>Объект<br>не может<br>быть<br>создан из<br>кодов<br>полей<br>редактир<br>ования. | «удовлетво<br>рительно»<br>«зачтено»      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>- частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| <b>К</b> <b>Ошибка!</b><br>Объект<br>не может<br>быть<br>создан из<br>кодов<br>полей<br>редактир<br>ования.                                                                                                           | «неудовлетво<br>рительно»<br>«не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>- допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>- испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>                                                                                                           |

## 10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

## 1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена |
|-------|----------------------------------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |

## 2. Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Множества и действия над ними. Свойства множеств. Законы алгебры множеств.                                                                                                                                                                                   |
| 2     | Отношения и функции. Композиция бинарных отношений. Инъективные, сюръективные и биективные функции.                                                                                                                                                          |
| 3     | Отношения эквивалентности. Рефлексивность, симметричность, антисимметричность, транзитивность. Вид матриц, выражающих эти свойства.                                                                                                                          |
| 4     | Отношения порядка. Частичный порядок элементов множеств. Диаграммы Хассе.                                                                                                                                                                                    |
| 5     | Эквивалентные, конечные и бесконечные множества.                                                                                                                                                                                                             |
| 6     | Отбор подмножеств. Число перестановок с повторениями и без повторений. Число сочетаний с повторениями и без повторений.                                                                                                                                      |
| 7     | Бином Ньютона и свойства биномиальных коэффициентов.                                                                                                                                                                                                         |
| 8     | Полиномиальная теорема.                                                                                                                                                                                                                                      |
| 9     | Производящая функция. Операции в классе производящих функций. Производящие функции последовательностей:<br>$\{C_n^0, C_n^1, \dots, C_n^n\}, \{1, a, a^2, \dots, a^k, \dots\}, \{1, 1, \dots, 1, \dots\}, \{1, C_n^1, C_{n+1}^2, \dots, C_{n+k-1}^k, \dots\}$ |
| 10    | Производящая функция последовательности чисел Фибоначчи.                                                                                                                                                                                                     |
| 11    | Метод рекуррентных соотношений. Вывод формулы $\widehat{C}_n^r = C_{n+r-1}^r$ .                                                                                                                                                                              |
| 12    | Метод включений и исключений. Подсчет числа элементов объединения $n$ множеств.                                                                                                                                                                              |
| 13    | Формула включений и исключений для множества элементов с $k$ совместимыми свойствами.                                                                                                                                                                        |
| 14    | Учет весов в формуле включений и исключений.                                                                                                                                                                                                                 |
| 15    | Задача о числе беспорядков. Функция Эйлера.                                                                                                                                                                                                                  |
| 16    | Графы, виды графов, способы их задания. Маршруты, цепи, циклы.                                                                                                                                                                                               |
| 17    | Матрицы связности, достижимости и контрдостижимости графа.                                                                                                                                                                                                   |
| 18    | Метрические характеристики графа.                                                                                                                                                                                                                            |
| 19    | Упорядочивание дуг и вершин орграфа.                                                                                                                                                                                                                         |

|    |                                                                                                                                                |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20 | Выявление маршрутов с заданным количеством ребер. Метод Шимбелла.                                                                              |
| 21 | Алгоритм Дейкстры.                                                                                                                             |
| 22 | Алгоритм Беллмана – Мура.                                                                                                                      |
| 23 | Алгоритм нахождения максимального пути.                                                                                                        |
| 24 | Деревья. Построение минимального остова.                                                                                                       |
| 25 | Эйлеровы графы. Признак эйлеровости графа. Алгоритм Флери.                                                                                     |
| 26 | Гамильтоновы графы. Теорема Оре.                                                                                                               |
| 27 | Фундаментальные циклы, матрица фундаментальных циклов.                                                                                         |
| 28 | Независимые множества графа. Доминирование. Оценки числа вершинной независимости и числа доминирования.                                        |
| 29 | Клики графа. Алгоритм выделения клик в графе. Матрица клик.                                                                                    |
| 30 | Планарность графов. Свойство гомеоморфизма. Теорема Понтрягина-Куратовского. Число планарности.                                                |
| 31 | Алгоритм укладки графа на плоскость.                                                                                                           |
| 32 | Хроматические графы. Гипотеза четырех красок. Оценки хроматического числа. Алгоритм последовательной раскраски графа.                          |
| 33 | Потоки в сетях. Теорема Форда – Фалкерсона.                                                                                                    |
| 34 | Элементы сетевого планирования. Критические пути и сроки. Ранние и поздние сроки свершения событий и работ. Резервы времени. Линейные графики. |

3. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

| № п/п | Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено                                                      |

4. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов |
|-------|----------------------------------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |

5. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

| № п/п | Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий |
|-------|---------------------------------------------------------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено                               |

10.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала**

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

#### Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально–деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### **Лекция 1. Информационная лекция.**

Множество. Равенство множеств. Подмножество. Пустое множество, универсум. Диаграммы Эйлера-Венна. Булеан. Способы задания множеств. Основные операции над множествами. Алгебра множеств, её основные формулы, законы алгебры множеств. Понятие булевой алгебры. Алгебра множеств как модель булевой алгебры. Конституенты.

#### **Лекция 2. Информационная лекция.**

Декартовы произведения множеств. Бинарные отношения. Отображения множеств. Образы, прообразы, обратные отображения, виды отображений. Функции, их свойства. Бинарные отношения специального вида. Отношения порядка.

#### **Лекция 3. Проблемная лекция.**

Эквивалентность и мощность множеств. Кардинальные числа, шкала кардинальных чисел. Конечные, бесконечные, счётные, бессчётные, континуальные множества, их свойства. Арифметика кардинальных чисел. Обсуждение понятия математической бесконечности на примере шкалы алефов и мировоззренческая роль этого понятия.

#### **Лекция 4. Информационная лекция.**

Выборки. Правила суммы и произведения. Перестановки, размещения, сочетания с повторениями и без повторений. Бином Ньютона, полиномиальная теорема. Свойства биномиальных коэффициентов.

#### **Лекция 5. Информационная лекция.**

Метод рекуррентных соотношений, и его использование для вывода формул, связывающих биномиальные коэффициенты. Производящие функции, экспоненциальные производящие функции, действия над ними. Производящие функции некоторых комбинаторных последовательностей (с ограниченным и неограниченным числом повторений). Однородные и неоднородные линейные рекуррентные соотношения.

#### **Лекция 6. Информационная лекция.**

Формула включений и исключений. Вывод и обсуждение соответствующих формул. Применение принципа включений и исключений к решению некоторых комбинаторных задач.

#### **Лекция 7. Проблемная лекция.**

Учёт весов в формуле включений и исключений. Функции Эйлера и Мёбиуса. Разбор и решение задач практического содержания с использованием весов в формуле включений и исключений. Функция Эйлера и порождаемый ею класс комбинаторных задач.

#### **Лекция 8. Информационная лекция.**

Граф (орграф), его элементы. Виды графов (орграфов). Отношения между элементами графа (орграфа). Способы задания. Степень вершины. Изоморфизм. Связность. Маршруты в графах. Теоремы о маршрутах и циклах. Определение маршрутов, состоящих из фиксированного количества ребер. Упорядочение дуг и вершин орграфа, алгоритм Фалкерсона.

#### **Лекция 9. Информационная лекция.**

Теоремы о маршрутах и циклах (продолжение). Алгоритмы Дейкстры и Беллмана-Мура, алгоритм вычисления максимального по весу пути. Маршруты и пути (продолжение). Дерево (ордерево). Корневые, бинарные деревья. Теоремы о деревьях. Обходы графов. Эйлеровы и гамильтоновы циклы. Алгоритм Флери.

#### **Лекция 10. Проблемная лекция.**

Фундаментальные циклы. Матрица фундаментальных циклов. Решение экстремальных задач теории графов (экстремальные остовы). Алгоритм ближайшего соседа построения остова дерева.



### **Лекция 11. Информационная лекция.**

Планарные и хроматические графы. Число планарности и хроматическое число и их оценки. Алгоритм укладки графа на плоскости. Раскраски графов.

### **Лекция 12. Проблемная лекция.**

Теорема о четырех красках и история её доказательства. Рассмотрение и доказательство теоремы о пяти красках.

### **Лекция 13. Информационная лекция.**

Определения двухполюсной направленной сети, потока. Задача о максимальном потоке. Разрез. Теорема Форда-Фалкерсона.

Критические пути, работы, резервы. Резервы для событий и работ сетевого графа. Расчёт резервов по графику, ответы на вопросы задач расчётно-графической работы.

### **Лекции 14-15. Проблемная лекция.**

Линейные графики. Планирование потребления ресурса по шагам. Обсуждение и вычисление числовых характеристик заданной сети (проекта).

## **Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;

- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формой организации практических занятий выбрана не интерактивная: выполнение упражнений, решение типовых задач.

При проведении практических занятий используются следующие учебно-методические издания:

- 1) [519.7(075) Д 48] Дискретная математика. Основные понятия теории чисел: методические указания/ С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. С. В. Федоренко. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2011. - 16 с.
- 2) [519.7(075) Д 48] Дискретная математика. Дополнительные главы теории чисел: методические указания / С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения; сост. С.В. Федоренко. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2011. - 15 с.
- 3) [51 Л13] Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов [Текст] / И.А. Лавров, Л. Л. Максимова. - 2-е изд. - М. : Наука, 1984. - 223 с.

#### **Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы**

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются учебно-методические материалы по дисциплине.

#### **Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего

образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения<br>изменений и<br>дополнений.<br>Подпись внесшего<br>изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и №<br>протокола<br>заседания<br>кафедры | Подпись<br>зав.<br>кафедрой |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                                              |                                   |                                               |                             |
|                                                                              |                                   |                                               |                             |
|                                                                              |                                   |                                               |                             |
|                                                                              |                                   |                                               |                             |
|                                                                              |                                   |                                               |                             |