

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»

Факультет компьютерных технологий и прикладной  
математики  
Кафедра вычислительных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

«\_\_30\_\_» \_\_мая\_\_ 2025г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.04 «Комбинаторный анализ»

Направление

подготовки/специальность 02.03.02 **Фундаментальная информатика и информационные технологии**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /специализация

Математическое и программное обеспечение компьютерных технологий

Программа подготовки академический бакалавриат

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар  
2025

Рабочая программа дисциплины «Комбинаторный анализ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Программу составил(а):

Руденко О.В., доцент, канд.тех.наук  
Ф.И.О. , должность, ученая степень, ученое звание

  
подпись

Рабочая программа дисциплины «Комбинаторный анализ» утверждена на заседании кафедры Вычислительных технологий протокол № 7 «7 » мая 2025 г.

и.о.заведующего кафедрой (разработчика) Еремин А.А.  
(фамилия, инициалы)

  
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Компьютерных Технологий и Прикладной Математики протокол № 4 от «23» мая 2025 г

Председатель УМК факультета Коваленко А.В.

фамилия, инициалы

  
подпись

Рецензенты:

Гаркуша О.В., доцент кафедры информационных технологий  
ФБГОУ ВО «Кубанский государственный университет»,  
кандидат физико-математических наук.

Авакимян Н.Н., доцент ККТиС КубГАУ , к.ф.-м.н., доцент

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Комбинаторный анализ» предназначена для изучения классических математических дискретных моделей.

**Целью** преподавания и изучения дисциплины «Комбинаторный анализ» является овладение студентами математическим аппаратом, применяемым в фундаментальной математике и информатике, и служащим основой для разработки информационных технологий.

### 1.2 Задачи дисциплины

В результате освоения данной компетенции студент должен:

**знать** основные понятия, методы, алгоритмы и средства комбинаторного анализа.

**уметь** применять теории, методы, алгоритмы комбинаторного анализа;

**владеть** знаниями теории, методов, алгоритмов комбинаторного анализа для решения теоретических проблем фундаментальной информатики и практических задач информационных технологий.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Курс «Комбинаторный анализ» относится к обязательной части блока Б1 Дисциплины (модули) и является обязательной дисциплиной.

Для изучения дисциплины студент должен владеть знаниями, умениями и навыками, полученными в дисциплинах - «Дискретная математика», «Алгебра», «Основы программирования», «Дифференциальное исчисление», «Теория графов и ее приложения», «Интегральное исчисление», «Основы программирования». Знания, умения и навыки, полученные студентами в дисциплине «Комбинаторный анализ» являются обязательными для изучения дисциплин «Основы теории вероятностей и статистических методов», «Основы компьютерной лингвистики», «Основы компьютерного моделирования», «Методы поисковой оптимизации», «Функциональное и логическое программирование», «Оценка сложности алгоритмов», «Криптографические протоколы».

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся универсальных/ общепрофессиональных/ профессиональных компетенций (УК/ОПК/ПК):

| Код и наименование индикатора                                                                                                                                                     | Результаты обучения по дисциплине<br>( <i>знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)</i> )     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-1.</b> Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности         |                                                                                                            |
| ОПК-1.1. Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и истории основного, теории коммуникации; знает основную терминологию. | Знание фундаментальных понятий, принципов, современных подходов, методов и проблем комбинаторного анализа. |

| Код и наименование индикатора                                                                                                        | Результаты обучения по дисциплине<br>(знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности)) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1.2. Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты.                    | Умение формулировать в комбинаторных терминах задачи, связанные с дискретными объектами       |
| ОПК-1.3. Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности. | Навык решения типовых задач перечислительной комбинаторики.                                   |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

| Вид учебной работы                                                    | Всего часов                          | Форма обучения        |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                       |                                      | очная                 |
|                                                                       |                                      | Семестры (часы)       |
|                                                                       |                                      | 3                     |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                                |                                      |                       |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                                    | <b>84</b>                            | <b>84</b>             |
| Занятия лекционного типа                                              | 34                                   | 32                    |
| Лабораторные занятия                                                  | 50                                   | 32                    |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)            | —                                    | —                     |
|                                                                       | —                                    | —                     |
| <b>Иная контактная работа:</b>                                        |                                      |                       |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                 | 4                                    | 4                     |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                        | 0,5                                  | 0,5                   |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                           | <b>55,8</b>                          | <b>55,8</b>           |
| Курсовая работа                                                       | -                                    | -                     |
| Проработка учебного (теоретического) материала                        | 10                                   | 10                    |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) | 20                                   | 20                    |
| Реферат                                                               | —                                    | —                     |
| Подготовка к текущему контролю                                        | 25,8                                 | 25,8                  |
| <b>Контроль:</b>                                                      | <b>Экзаме<br/>н, зачет</b>           | <b>Экзамен, зачет</b> |
| Подготовка к экзамену                                                 | 35,7                                 | 35,7                  |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                             | <b>час.</b>                          | <b>180</b>            |
|                                                                       | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>88,5</b>           |
|                                                                       | <b>зач. ед.</b>                      | <b>5</b>              |

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма).

| № | Наименование разделов (тем)                      | Количество часов |                   |    |    |                      |
|---|--------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|   |                                                  | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|   |                                                  |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1 | 2                                                | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 1 | Решение классических комбинаторных задач         | 26               | 4                 |    | 12 | 10                   |
| 2 | Рекуррентные соотношения и производящие функции. | 32               | 8                 |    | 14 | 12                   |
| 3 | Комбинаторные объекты.                           | 22               | 10                |    | 8  | 8                    |
| 4 | Исчисление графов                                | 26               | 8                 |    | 8  | 10                   |
| 5 | Комбинаторные алгоритмы                          | 33,8             | 4                 |    | 8  | 15,8                 |
| 6 | Подготовка к экзамену                            | 35,7             |                   |    |    |                      |
| 7 | ИКР                                              | 0,5              |                   |    |    |                      |
| 8 | КСР                                              | 4                |                   |    |    |                      |
| 9 | Общая трудоемкость по дисциплине:                | 180              | 34                | –  | 50 | 55,8                 |

Примечание: Л – лекционные занятия, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| № раздела | Наименование раздела(темы)                      | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Форма текущего контроля |
|-----------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1         | 2                                               | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4                       |
| 1         | Решение классических комбинаторных задач        | Комбинаторные объекты. Разбиение множества на части. Решение комбинаторных задач пересчета. Формула включений исключений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ЛР                      |
| 2         | Рекуррентные соотношения и производящие функции | Понятие рекуррентного соотношения. Линейные однородные рекуррентные соотношения (ЛОРС) с постоянными коэффициентами. Линейное пространство решений ЛОРС. Теорема об общем решении ЛОРС в случае различных корней. Теоремы об общем решении ЛОРС. Понятие ЛНРС. Теорема о структуре общего решения. Решение ЛНРС с фиксированной правой частью. Понятие производящей функции. Примеры. Свойства. Применение производящих функций для решения ЛОРС. Применение производящих функций для решения ЛНРС. Применение производящих функций для решения ЛОРС с переменными коэффициентами. | ЛР                      |
| 3         | Комбинаторные объекты                           | Группа подстановок. Циклы. Индекс подстановки. Вектор инверсий. Задача о беспорядках. Функция Мебиуса. Лемма. Теорема об обращении Мебиуса. Расчет количества циклических                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ЛР                      |

|   |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|---|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|   |                         | последовательностей. Задача о беспорядках. Задача о супружеских парах. Числа Стирлинга 1 рода. Числа Стирлинга 2 рода. Числа Бэлла. Задачи разбиения множества. Задача разбиения числа. Числа Каталана.                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
| 4 | Исчисление графов       | Количество неориентированных графов. Количество ориентированных графов. Количество связных графов. Количество связных графов с заданным условием. Количество Эйлеровых р-графов. Количество Эйлеровых (р,q)-графов. Количество блоков. Количество k-раскрашиваемых р-графов. Количество неориентированных помеченных ациклических р-графов. Количество ориентированных помеченных ациклических р-графов. Эйлеровы контуры в орграфах. Введение в исчисление непомеченных графов. | ЛР |
| 5 | Комбинаторные алгоритмы | Генерация перестановок и подмножеств, размещений сочетаний с повторениями и без повторений. Генерация случайных комбинаторных объектов. Генерация разбиений чисел и множеств.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ЛР |

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

| № работы | Наименование лабораторных работ                                               | Форма текущего контроля |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1        | Решение простейших комбинаторных задач.                                       | ЛР                      |
| 2        | Решение комбинаторных задач.                                                  | ЛР                      |
| 3        | Применение формулы включений исключений.                                      | ЛР                      |
| 4        | Решение комбинаторных задач с помощью построения дерева альтернатив.          | ЛР                      |
| 5        | Решение комбинаторных задач с помощью построения дерева альтернатив.          | ЛР                      |
| 6        | Решение классических комбинаторных задач.                                     | ЛР                      |
| 7        | ЛОРС с постоянными коэффициентами.                                            | ЛР                      |
| 8        | ЛНРС с постоянными коэффициентами.                                            | ЛР                      |
| 9        | ЛНРС с постоянными коэффициентами.                                            | ЛР                      |
| 10       | Производящие функции. Применение ПФ для решения ЛОРС.                         | ЛР                      |
| 11       | ПФ. Применение для решения ЛНРС.                                              | ЛР                      |
| 12       | ПФ. Применение для решения ЛНРС с переменными коэффициентами.                 | ЛР                      |
| 13       | Решение рекуррентных соотношений и исследование свойств производящих функций. | ЛР                      |
| 14       | Подстановки.                                                                  | ЛР                      |
| 15       | Функция Мебиуса.                                                              | ЛР                      |

|    |                                             |    |
|----|---------------------------------------------|----|
| 16 | Комбинаторные числа и задачи.               | ЛР |
| 17 | Числа Стирлинга.                            | ЛР |
| 18 | Количество помеченных графов.               | ЛР |
| 19 | Количество непомеченных графов.             | ЛР |
| 20 | Комбинаторные числа и исчисление графов.    | ЛР |
| 21 | Количество деревьев и Эйровых графов.       | ЛР |
| 22 | Генерация комбинаторных объектов.           | ЛР |
| 23 | Генерация слов над заданным алфавитом.      | ЛР |
| 24 | Генерация графов.                           | ЛР |
| 25 | Генерация графов, удовлетворяющих условиям. | ЛР |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебным планом не предусмотрены.

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

| № | Вид СРС                | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|---|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                      | 3                                                                                         |
| 1 | Индивидуальное задание | Источники основной и дополнительной литературы                                            |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся и числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- технология разноуровневого обучения (дифференцированное обучение);
- технология коллективного взаимодействия (организованный диалог, коллективный способ обучения).

**Технология адаптивного обучения (индивидуализированное обучение).**

| Семестр | Вид занятия<br>(Л, ПР, ЛР) | Используемые интерактивные образовательные технологии                                                               | Количество часов |
|---------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 3       | Л                          | Компьютерные презентации и обсуждение                                                                               | 34               |
|         | ЛР                         | Разбор конкретных ситуаций (задач), тренинги по решению задач, компьютерные симуляции (программирование алгоритмов) | 50               |
| Итого:  |                            |                                                                                                                     | 84               |

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Комбинаторный анализ».

##### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля**

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля выполнения заданий, лабораторных работ, средств итоговой аттестации (экзамен в 6 семестре).

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- ответов на теоретические вопросы при сдаче лабораторных работ;
- ответа на экзамене (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.



Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины         | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |                          |
|-------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
|       |                                                  |                                               | Текущий контроль                 | Промежуточная аттестация |
| 1.    | Решение классических комбинаторных задач         | ОПК-1                                         | ЛР                               | Вопросы 1-9              |
| 2.    | Рекуррентные соотношения и производящие функции. | ОПК-1                                         | ЛР                               | Вопросы 10-25            |
| 3.    | Комбинаторные объекты.                           | ОПК-1                                         | ЛР                               | Вопрос 26-37             |
| 4.    | Исчисление графов                                | ОПК-1                                         | ЛР                               | Вопросы 38-48            |
| 5.    | Комбинаторные алгоритмы                          | ОПК-1                                         | ЛР                               | Вопросы 49-57            |

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № п/п | Код и наименование индикатора                                                                                                                                                     | Результаты обучения                                                                                        | Наименование оценочного средства   |                          |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                            | Текущий контроль                   | Промежуточная аттестация |
| 1     | ОПК-1.1. Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и истории основного, теории коммуникации; знает основную терминологию. | Знание фундаментальных понятий, принципов, современных подходов, методов и проблем комбинаторного анализа. | опрос по теме, лабораторная работа | Вопросы на зачет 1-57    |
| 2     | ОПК-1.2. Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты.                                                                 | Умение формулировать в комбинаторных терминах задачи, связанные с дискретными объектами.                   | опрос по теме, лабораторная работа | Вопросы на зачет 1-57    |
| 3     | ОПК-1.3. Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности.                                              | Навык решения типовых задач перечислительной комбинаторики.                                                | опрос по теме, лабораторная работа | Вопросы на зачет 1-57    |

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

| № работы | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ                 |
|----------|----------------------|-------------------------------------------------|
| 1        | 1                    | Решение простейших комбинаторных задач. (ОПК-1) |
| 2        |                      | Решение комбинаторных задач. (ОПК-1)            |

|    |   |                                                                                       |
|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  |   | Применение формулы включений исключений. (ОПК-1)                                      |
| 4  |   | Решение комбинаторных задач с помощью построения дерева альтернатив. (ОПК-1)          |
| 5  |   | Решение комбинаторных задач с помощью построения дерева альтернатив. (ОПК-1)          |
| 6  |   | Решение классических комбинаторных задач. (ОПК-1)                                     |
| 7  |   | ЛОРС с постоянными коэффициентами. (ОПК-1)                                            |
| 8  |   | ЛНРС с постоянными коэффициентами. (ОПК-1)                                            |
| 9  |   | ЛНРС с постоянными коэффициентами. (ОПК-1)                                            |
| 10 | 2 | Производящие функции. Применение ПФ для решения ЛОРС. (ОПК-1)                         |
| 11 |   | ПФ. Применение для решения ЛНРС. (ОПК-1)                                              |
| 12 |   | ПФ. Применение для решения ЛНРС с переменными коэффициентами. (ОПК-1)                 |
| 13 |   | Решение рекуррентных соотношений и исследование свойств производящих функций. (ОПК-1) |
| 14 | 3 | Подстановки. (ОПК-1)                                                                  |
| 15 |   | Функция Мебиуса. (ОПК-1)                                                              |
| 16 |   | Комбинаторные числа и задачи. (ОПК-1)                                                 |
| 17 |   | Числа Стирлинга. (ОПК-1)                                                              |
| 18 |   | Количество помеченных графов. (ОПК-1)                                                 |
| 19 | 4 | Количество непомеченных графов. (ОПК-1)                                               |
| 20 |   | Комбинаторные числа и исчисление графов. (ОПК-1)                                      |
| 21 |   | Количество деревьев и Эйровых графов. (ОПК-1)                                         |
| 22 |   | Генерация комбинаторных объектов. (ОПК-1)                                             |
| 23 | 5 | Генерация слов над заданным алфавитом. (ОПК-1)                                        |
| 24 |   | Генерация графов. (ОПК-1)                                                             |
| 25 |   | Генерация графов, удовлетворяющих условиям. (ОПК-1)                                   |

Отчет должен содержать:

- постановку задачи;
- краткое описание проделанной работы;
- список использованной литературы.

#### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

1. Задачи комбинаторики. (ОПК-1)
2. Правила комбинаторики. (ОПК-1)
3. Размещения. Размещения с повторениями. Перестановки. (ОПК-1)
4. Сочетания. Сочетания с повторениями. (ОПК-1)
5. Разбиение множества на части. (ОПК-1)
6. Формула включений исключений. (ОПК-1)
7. Задача о беспорядках. (ОПК-1)
8. Функция Мебиуса. (ОПК-1)
9. Расчет количества циклических последовательностей. (ОПК-1)
10. Понятие рекуррентного соотношения. (ОПК-1)
11. Линейные однородные рекуррентные соотношения с постоянными коэффициентами. (ОПК-1)
12. Линейная независимость последовательностей. (ОПК-1)
13. Свойства решений ЛОРС. (ОПК-1)
14. Линейное пространство решений ЛОРС. (ОПК-1)
15. Корни характеристического многочлена. (ОПК-1)

16. Теорема об общем решении в случае различных корней. (ОПК-1)
17. Теоремы об общем решении ЛОРС. (ОПК-1)
18. Понятие ЛНРС. Теорема о структуре общего решения. (ОПК-1)
19. Решение ЛНРС с фиксированной правой частью. (ОПК-1)
20. Примеры решения ЛНРС. (ОПК-1)
21. Понятие производящей функции. Примеры. (ОПК-1)
22. Свойства производящих функций. (ОПК-1)
23. Применение производящих функций для решения ЛОРС. (ОПК-1)
24. Применение производящих функций для решения ЛНРС. (ОПК-1)
25. Применение производящих функций для решения ЛНРС с переменными коэффициентами. (ОПК-1)
26. Группа подстановок. (ОПК-1)
27. Разложение подстановок. (ОПК-1)
28. Алгоритмы перемешивания массива. (ОПК-1)
29. Критерии оценки качества перемешивания. (ОПК-1)
30. Задача о беспорядках. (ОПК-1)
31. Задача о супружеских парах. (ОПК-1)
32. Числа Стирлинга 1 рода. (ОПК-1)
33. Числа Стирлинга 2 рода. (ОПК-1)
34. Числа Бэлла. (ОПК-1)
35. Задачи разбиения множества. (ОПК-1)
36. Задача разбиения числа. (ОПК-1)
37. Числа Каталана. (ОПК-1)
38. Количество неориентированных  $(p,q)$ -графов. (ОПК-1)
39. Количество неориентированных  $p$ -графов. (ОПК-1)
40. Количество ориентированных графов. (ОПК-1)
41. Количество связных графов. (ОПК-1)
42. Лемма пересчета. (ОПК-1)
43. Количество связных графов с заданным условием. (ОПК-1)
44. Количество четных графов. (ОПК-1)
45. Количество Эйлеровых графов. (ОПК-1)
46. Количество неориентированных помеченных ациклических  $p$ -графов. (ОПК-1)
47. Количество ориентированных помеченных ациклических  $p$ -графов. (ОПК-1)
48. Количество  $k$ -раскрашиваемых  $p$ -графов. (ОПК-1)
49. Генерация перестановок. (ОПК-1)
50. Генерация подмножеств. (ОПК-1)
51. Генерация размещений с повторениями. (ОПК-1)
52. Генерация размещений без повторений. (ОПК-1)
53. Генерация сочетаний с повторениями. (ОПК-1)
54. Генерация сочетаний без повторений. (ОПК-1)
55. Генерация случайных комбинаторных объектов. (ОПК-1)
56. Генерация разбиений числа. (ОПК-1)
57. Генерация разбиений множеств. (ОПК-1)

## **4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

### **4.2.1 Методические рекомендации к сдаче экзамена**

Оценка успеваемости осуществляется по результатам:

- выполнения лабораторных работ;
- ответов на теоретические вопросы при сдаче лабораторных работ;
- ответа на экзамене (для выявления знания и понимания теоретического

материала дисциплины).

#### 4.2.2 Критерии оценивания результатов обучения

| Оценка                                        | Критерии оценивания по экзамену                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Высокий уровень «5» (отлично)                 | оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| Средний уровень «4» (хорошо)                  | оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.                                                              |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)     | оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.        |
| Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) | оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.                                                                                                     |

### 5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### 5.1 Основная литература

1. Новиков, Ф. А. Дискретная математика : для бакалавров и магистров : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Системный анализ и управление" / Ф. А. Новиков. - 3-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2019. - 493 с. : ил. - (Стандарт третьего поколения) (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 479. - ISBN 978-5-4461-1341-5 : 1169 р. - Текст : непосредственный. (69 экз. в библиотеке КубГУ).
2. Шевелев, Ю. П. Дискретная математика : учебное пособие / Ю. П. Шевелев. - 4-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 592 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/206510> (дата обращения: 24.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-4284-3. - Текст : электронный.
3. Мальцев, И.А. Дискретная математика : учебное пособие для вузов / И.А. Мальцев. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 292 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/179040> (дата обращения: 24.05.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-8615-1. - Текст : электронный.

#### 5.2 Дополнительная литература

1. Ерусалимский, Я.М. Дискретная математика. Теория и практикум : учебник / Я.М. Ерусалимский. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 476 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212897> (дата обращения: 10.06.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-2908-0. – Текст : электронный.
2. Ерусалимский, Я.М. Дискретная математика: теория, задачи, приложения : учебное пособие для студентов вузов / Я. М. Ерусалимский. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Вузовская книга, 2002. - 265 с. - Библиогр.: с. 251-252. - ISBN 5950200284. - Текст : непосредственный. (49 экз. в библиотеке КубГУ).

3. Дискретная математика и математическая логика : учебное пособие / О. В. Иванисова, И. В. Сухан. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. - 354 с. - URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600488> (дата обращения: 16.12.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-4499-1729-4. - Текст : электронный.
4. Макоха, А. Н. Дискретная математика : учебное пособие для студентов / А. Н. Макоха, П. А. Сахнюк, Н. И. Червяков. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 368 с. : ил. - Библиогр.: с. 366-368. - ISBN 5922106309 : 306.00. - Текст : непосредственный. (38 экз. в библиотеке КубГУ).
5. Микони, С. В. Дискретная математика для бакалавра: множества, отношения, функции, графы : учебное пособие / С. В. Микони. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 192 с. - URL: : <https://e.lanbook.com/book/211049> (дата обращения: 29.03.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-1386-7. - Текст : электронный
6. Жук, Арсений Сергеевич (КубГУ). Дискретная математика : лабораторный практикум / А. С. Жук, Е. Е. Полупанова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар : Кубанский государственный университет, 2019. - 104 с. : ил.,табл. - Библиогр.: с. 102. - ISBN 978-5-8209-1655-7 : 17 р. 87 к. - Текст : непосредственный. (73 экз. в библиотеке КубГУ).
7. Судоплатов, С. В. Дискретная математика : учебник и практикум для вузов / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 279 с. - URL: <https://urait.ru/bcode/510824> (дата обращения: 07.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-534-00871-5. - Текст : электронный.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, лабораторных работ, контрольной работы, экзамена.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине с использованием указанных литературных источников и методических указаний автора курса.

Виды и формы СР, сроки выполнения, формы контроля приведены выше в данном документе.

Для лучшего освоения дисциплины при защите ЛР студент должен ответить на несколько вопросов из лекционной части курса.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **7.1 Перечень информационных технологий**

- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекций и практических занятий.

## **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

1. Visual Studio Code, версия 1.52+.
2. Visual Studio 19 и выше.
3. Программы для демонстрации и создания презентаций.

## **7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

### **Профессиональные базы данных:**

1. Scopus <http://www.scopus.com/>
2. ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/>
3. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
4. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
5. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
6. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
7. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
8. База данных CSD Кембриджского центра кристаллографических данных (CCDC) <https://www.ccdc.cam.ac.uk/structures/>
9. Springer Journals: <https://link.springer.com/>
10. Springer Journals Archive: <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals: <https://www.nature.com/>
12. Springer Nature Protocols and Methods: <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials: <http://materials.springer.com/>
14. Nano Database: <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks (i.e. 2020 eBook collections): <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
4. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
10. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
11. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
12. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84dlf.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84dlf.xn--plai/voprosy_i_otvety)

**Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
6. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
7. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

**8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

| №  | Вид работ                                  | Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения                                                                                                                                           |
|----|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия                         | Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения                                                                                                                                                  |
| 2. | Лабораторные занятия                       | Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, проектором, программным обеспечением                                                                                              |
| 3. | Групповые (индивидуальные) консультации    | Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением                                                                                                          |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, компьютерами, программным обеспечением                                                                                                          |
| 5. | Самостоятельная работа                     | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. |

Примечание: конкретизация аудиторий и их оснащение определяется ОПОП.

