

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

*подпись*

Т.А. Хагуров

«30» мая 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.07.01 КОМБИНАТОРНЫЕ СВОЙСТВА АЛГЕБРАИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) Современная алгебра и криптография

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Комбинаторные свойства алгебраических систем» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Программу составил:

О.К. Тен, доцент кафедры функционального анализа и алгебры, канд. физ.-мат. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины «Комбинаторные свойства алгебраических систем» утверждена на заседании кафедры функционального анализа и алгебры  
протокол № 11 «13» мая 2025 г.



Заведующий кафедрой Барсукова В.Ю.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук  
протокол № 4 «14» апреля 2025 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П.



Рецензенты:

Данович Л.М., канд. тех. наук, доцент кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

Павлова А.В., доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры математического моделирования ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

**1.1 Цель освоения дисциплины** – дальнейшее формирование у студентов математической культуры и знаний по фундаментальной и компьютерной алгебре.

**1.2 Задачи дисциплины** – изучение основных понятий и комбинаторных свойств различных алгебраических систем и их приложений.

При освоении дисциплины вырабатывается общематематическая культура: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями, применять полученные знания для решения задач.

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

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.01 «Комбинаторные свойства алгебраических систем» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Слушатели должны владеть знаниями в рамках курса «Фундаментальная и компьютерная алгебра». Знания, полученные по дисциплине «Комбинаторные свойства алгебраических систем» могут быть использованы в дискретной математике, теории чисел, компьютерной математике, комбинаторике и др.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций ПК-1, ПК-5.

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                             | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-1.</b> Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий                                                      |                                                                                                                                         |
| ИПК-1.1. Способен решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики                                                                                                      | ИПК-1.1. З-1. Знает основные понятия, идеи и результаты, касающиеся комбинаторных свойств алгебраических систем                         |
|                                                                                                                                                                                                  | ИПК-1.1. У-1. Умеет использовать теоретические знания по комбинаторным свойствам алгебраических систем для решения математических задач |
|                                                                                                                                                                                                  | ИПК-1.1. В-1. Владеет основными алгоритмами комбинаторной алгебры                                                                       |
| ИПК-1.2. Демонстрирует навыки программирования подготовленных алгоритмов решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования реляционных баз данных, а также экспертных систем | ИПК-1.2. З-1. Знает алгебраические понятия и идеи, лежащие в основе алгоритмов систем компьютерной алгебры                              |
|                                                                                                                                                                                                  | ИПК-1.2. У-1. Умеет пользоваться стандартными алгоритмами компьютерной алгебры для решения задач                                        |
|                                                                                                                                                                                                  | ИПК-1.2. В-1. Владеет навыками программирования алгоритмов компьютерной алгебры для решения вычислительных задач                        |
| ИПК-1.3. Владеет сетевыми технологиями, в том числе, основами теории нейронных сетей                                                                                                             | ИПК-1.3. З-1. Знает достоинства, недостатки и приемы повышения эффективности методов и алгоритмов компьютерной алгебры,                 |
|                                                                                                                                                                                                  | ИПК-1.3. У-1. Умеет выстраивать процесс решения конкретных математических задач с помощью алгоритмов компьютерной алгебры               |
|                                                                                                                                                                                                  | ИПК-1.3. В-1. Владеет навыками решения стандартных задач на комбинаторные свойства алгебраических систем                                |
| ИПК-1.4. Собирает и анализирует научно-техническую информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных                            | ИПК-1.4. З-1. Знает значение и место алгебраических методов в компьютерной алгебре                                                      |
|                                                                                                                                                                                                  | ИПК-1.4. У-1. Умеет пополнять знания по компьютерной алгебре на основе знаний, полученных в ходе изу-                                   |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                           | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| наук, программирования и информационных технологий                                                                                                                                             | чения дисциплины                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                | ИПК-1.4. В-1. Владеет навыками использования систем компьютерной алгебры                                                                                |
| ПК-5 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования |                                                                                                                                                         |
| ИПК-5.1. Анализирует поставленные задачи и выбирает эффективные математические методы при создании алгоритмов и вычислительных программ для решения современных задач математики и механики    | ИПК-5.1. 3-1. Знает логические связи между понятиями дисциплины, применять полученные знания для решения задач                                          |
|                                                                                                                                                                                                | ИПК-5.1. У-1. Умеет пользоваться методами компьютерной алгебры для решения задач                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                | ИПК-5.1. В-1. Владеет навыками алгебраического анализа поставленных задач                                                                               |
| ИПК-5.2. Описывает математические модели, формулирует, теоретически обосновывает и реализует программно численные методы для решения поставленных задач                                        | ИПК-5.2. 3-1. Знает основные математические модели, связанные с приложениями вычислительной геометрии                                                   |
|                                                                                                                                                                                                | ИПК-5.2. У-1. Умеет пользоваться пакетами систем компьютерной алгебры для решения поставленных задач                                                    |
|                                                                                                                                                                                                | ИПК-5.2. В-1. Владеет навыками реализации компьютерных методов решения задач                                                                            |
| ИПК-5.3. Применяет в профессиональной деятельности методику исследования и создания новых моделей, методов и технологий в математике, механике и естественных науках                           | ИПК-5.3. 3-1. Знает методы научного исследования по темам, имеющим отношение к комбинаторным свойствам алгебраических систем                            |
|                                                                                                                                                                                                | ИПК-5.3. У-1. Умеет проектировать и реализует план проведения исследовательской работы, связанной с решением заданий                                    |
|                                                                                                                                                                                                | ИПК-5.3. В-1. Владеет навыками описания алгоритмов решения некоторых алгебраических исследовательских задач вплоть до возможной компьютерной реализации |

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице  
(для студентов ОФО).

| Вид учебной работы                                         | Всего часов | Семестры (часы) |   |   |   |
|------------------------------------------------------------|-------------|-----------------|---|---|---|
|                                                            |             | 8               | — |   |   |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                     |             |                 |   |   |   |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         | <b>30</b>   | <b>30</b>       |   |   |   |
| Занятия лекционного типа                                   | 10          | 10              | - | - | - |
| Лабораторные занятия                                       | 20          | 20              | - | - | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | -           | -               | - | - | - |
|                                                            | -           | -               | - | - | - |
| <b>Иная контактная работа:</b>                             |             |                 |   |   |   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                      | 4           | 4               |   |   |   |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                             | 0,2         | 0,2             |   |   |   |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                | <b>37,8</b> | <b>37,8</b>     |   |   |   |
| Проработка учебного (теоретического) материала             | 13          | 13              | - | - | - |
| Выполнение домашних заданий                                | 13          | 13              | - | - | - |
|                                                            |             |                 |   |   |   |
| Подготовка к текущему контролю                             | 11,8        | 11,8            | - | - | - |

|                           |                                      |             |             |          |          |          |
|---------------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|----------|----------|----------|
| <b>Контроль:</b>          |                                      |             |             |          |          |          |
| Подготовка к экзамену     |                                      | -           | -           |          |          |          |
| <b>Общая трудоемкость</b> | <b>час.</b>                          | <b>72</b>   | <b>72</b>   | <b>-</b> | <b>-</b> | <b>-</b> |
|                           | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>34,2</b> | <b>34,2</b> |          |          |          |
|                           | <b>зач. ед</b>                       | <b>2</b>    | <b>2</b>    |          |          |          |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре (очная форма)

| № | Наименование разделов (тем)                  | Количество часов |                   |          |           |                      |
|---|----------------------------------------------|------------------|-------------------|----------|-----------|----------------------|
|   |                                              | Всего            | Аудиторная работа |          |           | Внеаудиторная работа |
|   |                                              |                  | Л                 | ПЗ       | ЛР        | СРС                  |
| 1 | 2                                            | 3                | 4                 | 5        | 6         | 7                    |
| 1 | Алгебраические структуры                     | 11,8             | 2                 | -        | 4         | 5,8                  |
| 2 | Комбинаторные свойства алгебраических систем | 28               | 4                 | -        | 8         | 16                   |
| 3 | Комбинаторные приложения алгебры             | 28               | 4                 | -        | 8         | 16                   |
|   | <b>Итого по дисциплине:</b>                  |                  | <b>10</b>         | <b>-</b> | <b>20</b> | <b>37,8</b>          |
|   |                                              |                  |                   |          |           |                      |

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

| №  | Наименование раздела                         | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Форма текущего контроля |
|----|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 4                       |
| 1. | Алгебраические структуры                     | Основные алгебраические структуры. Упорядоченные множества. Условие минимальности и условие стабилизации убывающих цепей. Алгебры. Идеалы алгебр. Теорема Гильберта о базисе. Мономиальные идеалы. Лемма Диксона. Факторалгебры. Мономиальные упорядочения в алгебре многочленов. Представление данных в системах компьютерной алгебры. | Тестирование, опрос     |
| 2  | Комбинаторные свойства алгебраических систем | Стандартные базисы линейных подпространств. Базис Гребнера полиномиального идеала. Алгоритм Бухбергера построения базиса Гребнера. Минимальный (редуцированный) базис Гребнера. Нормальная форма многочлена. Разрешимость проблемы равенства в коммутативной конечно-порожденной алгебре.                                               | Тестирование, опрос     |
| 3  | Комбинаторные приложения алгебры             | Системы алгебраических уравнений. Аффинные множества. Теорема Гильберта о нулях и соот-                                                                                                                                                                                                                                                 | Тестирование,           |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ры | ветствие между системами и радикальными идеалами. Размерность аффинного множества. Приложение базисов Гребнера для решения систем алгебраических уравнений. Алгоритмы вычислительных операций с алгебраическими числами. Приложения базисов Гребнера в роботике, теории алгоритмического доказательства геометрических теорем. | опрос |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|

**2.3.2 Занятия семинарского типа – не предусмотрены.**

### **2.3.3 Лабораторные занятия.**

| №  | Наименование раздела                         | Тематика лабораторных работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Форма текущего контроля    |
|----|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1  | 2                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4                          |
| 1. | Алгебраические структуры                     | Основные алгебраические структуры. Упорядоченные множества. Условие минимальности и условие стабилизации убывающих цепей. Алгебры. Идеалы алгебр. Мономиальные идеалы. Факторалгебры. Мономиальные упорядочения в алгебре многочленов. Представление данных в системах компьютерной алгебры.                                       | Проверка домашнего задания |
| 2. | Комбинаторные свойства алгебраических систем | Стандартные базисы линейных подпространств. Базис Гребнера полиномиального идеала. Алгоритм Бухбергера построения базиса Гребнера. Минимальный (редуцированный базис Гребнера. Нормальная форма многочлена. Вычисления в факторалгебре алгебры многочленов.                                                                        | Проверка домашнего задания |
| 3. | Комбинаторные приложения алгебры             | Системы алгебраических уравнений. Аффинные множества. Размерность аффинного множества. Приложение базисов Гребнера для решения систем алгебраических уравнений. Алгоритмы вычислительных операций с алгебраическими числами. Приложения базисов Гребнера в роботике, теории алгоритмического доказательства геометрических теорем. | Проверка домашнего задания |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

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

| №  | Вид самостоятельной работы                                   | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1. | Подготовка к текущему контролю                               | 1. Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.<br>2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.<br>3. Методические указания по использованию интерактивных методов обучения. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5т от 05 мая 2022 г.<br>4. Методические указания по подготовке эссе, рефератов, курсовых работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5т от 05 мая 2022 г. |
| 2. | Выполнение лабораторных работ и расчетно-графических заданий | 1. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.<br>2. Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4. | Подготовка и оформление отчетов по практике                  | Методические указания по подготовке и оформлению отчета по практике. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 5. | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы        | Методические указания по выполнению и защите выпускной квалификационной работы (бакалавриат, магистратура, специалитет). Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из 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,

### 3. Образовательные технологии.

При изучении данного курса используются традиционные лекции и лабораторные занятия.

Цель лабораторных занятий – научить студента применять полученные на лекциях теоретические знания к решению и исследованию конкретных задач. В каждом семестре проводятся контрольные работы для проверки усвоения материала студентами.

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

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

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций.

Оценочными средствами дисциплины являются средства текущего контроля (коллоквиумы, контрольные работы, а также на лабораторных занятиях – ответ у доски и проверка домашних заданий) и итоговая аттестация (зачет).

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

| № п/п | Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)                                                                                                                                                 | Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Наименование оценочного средства                                                                                                |                            |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|       |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Текущий контроль                                                                                                                | Промежуточная аттестация   |
| 1     | ИПК-1.1. Демонстрирует навыки решения задач математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, используя фундаментальные знания, полученные в области данных математических дисциплин | ИПК-1.1. З-1. Знает основные понятия, идеи и результаты, касающиеся комбинаторных свойств алгебраических систем<br><br>ИПК-1.1. У-1. Умеет использовать теоретические знания по комбинаторным свойствам алгебраических систем для решения математических задач<br><br>ИПК-1.1. В-1. Владеет основными алгоритмами комбинаторной алгебры | Выполнение домашних заданий, опрос на лекционных и лабораторных занятиях.<br>Контрольные/самостоятельные работы, реферат/доклад | Зачетные задания на зачете |
| 2     | ИПК-1.2. Демонстрирует навыки программирования подготовленных алгоритмов                                                                                                                                | ИПК-1.2. З-1. Знает алгебраические понятия и идеи, лежащие в основе алгоритмов систем                                                                                                                                                                                                                                                   | Выполнение домашних заданий, опрос на лекционных и лабораторных занятиях.<br>Контрольные/самостоятельные                        | Зачетные задания на зачете |

|   |                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                 |                            |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|   | решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования реляционных баз данных, а также экспертных систем                                                                                                  | компьютерной алгебры ИПК-1.2. У-1. Умеет пользоваться стандартными алгоритмами компьютерной алгебры для решения задач<br>ИПК-1.2. В-1. Владеет навыками программирования алгоритмов компьютерной алгебры для решения вычислительных задач                                                                                                                        | работы, реферат/доклад                                                                                                          |                            |
| 3 | ИПК-1.3. Проектирует решение конкретной задачи, выбирая оптимальный способ достижения цели, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений                                                       | ИПК-1.3. З-1. Знает достоинства, недостатки и приемы повышения эффективности методов и алгоритмов компьютерной алгебры,<br>ИПК-1.3. У-1. Умеет выстраивать процесс решения конкретных математических задач с помощью алгоритмов компьютерной алгебры<br>ИПК-1.3. В-1. Владеет навыками решения стандартных задач на комбинаторные свойства алгебраических систем | Выполнение домашних заданий, опрос на лекционных и лабораторных занятиях.<br>Контрольные/самостоятельные работы, реферат/доклад | Зачетные задания на зачете |
| 4 | ИПК-1.4. Собирает и анализирует научно-техническую информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных наук, программирования и информационных технологий | ИПК-1.4. З-1. Знает значение и место алгебраических методов в компьютерной алгебре<br>ИПК-1.4. У-1. Умеет пополнять знания по компьютерной алгебре на основе знаний, полученных в ходе изучения дисциплины<br>ИПК-1.4. В-1. Владеет навыками использования систем компьютерной алгебры                                                                           | Выполнение домашних заданий, опрос на лекционных и лабораторных занятиях.<br>Контрольные/самостоятельные работы, реферат/доклад | Зачетные задания на зачете |
| 5 | ИПК-5.1. Анализирует поставленные задачи и выбирает эффективные математические методы при создании алгоритмов и вычислительных программ для решения современных задач математики и механики                              | ИПК-5.1. З-1. Знает логические связи между понятиями дисциплины, применять полученные знания для решения задач<br>ИПК-5.1. У-1. Умеет пользоваться методами компьютерной алгебры для решения задач<br>ИПК-5.1. В-1. Владеет навыками алгебраического анализа поставленных задач                                                                                  | Выполнение домашних заданий, опрос на лекционных и лабораторных занятиях.<br>Контрольные/самостоятельные работы, реферат/доклад | Зачетные задания на зачете |
| 6 | ИПК-5.2. Описывает математические модели, формулирует, теоретически обосновывает и реализует про-                                                                                                                        | ИПК-5.2. З-1. Знает основные математические модели, связанные с приложениями вычислительной геометрии                                                                                                                                                                                                                                                            | Выполнение домашних заданий, опрос на лекционных и лабораторных занятиях.<br>Контрольные/самостоятельные работы, реферат/доклад | Зачетные задания на зачете |

|   |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                 |                            |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|   | граммно численные методы для решения поставленных задач                                                                                                              | ИПК-5.2. У-1. Умеет пользоваться пакетами систем компьютерной алгебры для решения поставленных задач<br>ИПК-5.2. В-1. Владеет навыками реализации компьютерных методов решения задач                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                 |                            |
| 7 | ИПК-5.3. Применяет в профессиональной деятельности методики исследования и создания новых моделей, методов и технологий в математике, механике и естественных науках | ИПК-5.3. З-1. Знает методы научного исследования по темам, имеющим отношение к комбинаторным свойствам алгебраических систем<br>ИПК-5.3. У-1. Умеет проектировать и реализует план проведения исследовательской работы, связанной с решением заданий<br>ИПК-5.3. В-1. Владеет навыками описания алгоритмов решения некоторых алгебраических исследовательских задач вплоть до возможной компьютерной реализации | Выполнение домашних заданий, опрос на лекционных и лабораторных занятиях.<br>Контрольные/самостоятельные работы, реферат/доклад | Зачетные задания на зачете |

## 4.2 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

### Контрольная/самостоятельная работа

1. Найти базис мономиального идеала
2. Найти базис Гребнера идеала
3. Решить систему алгебраических уравнений
4. Найти размерность аффинного многообразия
5. Избавиться от иррациональности в знаменателе методами компьютерной алгебры

### Примерные темы рефератов/докладов

1. Стандартные базисы линейных подпространств.
2. Идеалы колец. Кольца главных идеалов. Факторкольца. Примеры конечных полей в виде факторколец. Описание конечных полей.
3. Делимость в целостных кольцах. НОД. Простые элементы. Факториальные кольца. Евклидовы кольца. Факториальность евклидовых колец.
4. Кольца многочленов. Мономы. Мономиальные идеалы. Лемма Диксона.
5. Частично упорядоченные множества, примеры. \linebreak Условие минимальности. ЛУМ и ВУМ. Мономиальные упорядочения. Примеры мономиальных упорядочений lex, grlex, grevlex.
6. Доказательство теоремы Гильберта о базисе. Базиса Гребнера: определение, эквивалентные условия.
7. Алгоритм Бухбергера: описание и обоснование.

8. Минимальные базисы Гребнера. Применение для решения систем алгебраических уравнений.
9. Теорема Гильберта о нулях. Разрешимость систем алгебраических уравнений.
10. Результат многочленов. Использование при решении систем алгебраических уравнений.
11. Геометрическое описание множества решений систем алгебраических уравнений.
12. Применение базисов Гребнера Для вычислений в факторалгебрах.
13. Базисы Гребнера в системах компьютерной алгебры Maple, Mathematica.

#### **4.3 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

##### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Стандартные базисы линейных подпространств: основные понятия, построение и приложения.
2. Идеалы алгебры многочленов. Теорема Гильберта о базисе. Факторалгебра и сравнение по модулю идеала.
3. Мономиальные идеалы. Лемма Диксона. Доказательство теоремы Гильберта о базисе.
4. Мономиальные упорядочения. Степень, старший коэффициент, старший моном и старший член многочлена.
5. Операция редукции. Приведение многочленов к нормальному виду.
6. Множество Гребнера. Базис Гребнера и канонизация по модулю идеала.
7.  $s$ -критерий Бухбергера множества Гребнера.
8. Критерий множества Гребнера, связанный с  $F$ -представлениями  $s$ -многочленов.
9. Множество Гребнера и образующие идеала старших мономов.
10. Существование базиса Гребнера идеала: алгоритм Бухбергера критических пар.
11. Редуцированный базис Гребнера: существование и единственность. Критерий равенства идеалов.
12. Алгоритмическая разрешимость проблемы равенства в коммутативной конечно порожденной алгебре. Теорема о базисе факторалгебры.
13. Теорема Гильберта о нулях. Соответствие между системами алгебраических уравнений и идеалами. Критерий совместности систем алгебраических уравнений.
14. Теорема о числе решений системы алгебраических уравнений.
15. Теорема об исключении неизвестных. Алгоритмическая разрешимость систем алгебраических уравнений.

16. Размерность множества решений системы алгебраических уравнений.

17. Пакет grobner системы компьютерной алгебры Maple.

### **4.3 Критерии оценивания результатов обучения**

#### **Критерии оценивания по зачету:**

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, умеет решать стандартные задачи курса, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять теоретический и практический материал, иллюстрируя его примерами.

«не зачтено»: материал курса не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется решать стандартные задачи, привести примеры по материалу курса, имеет большое (более 60 % занятий) пропусков, написал контрольные работы на неудовлетворительные оценки.

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.

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

#### **5.1 Основная литература:**

1. Панкратьев Е. В. Элементы компьютерной алгебры. – М.: БИНОМ, 2007. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=233322&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=233322&sr=1)
2. Кострикин А.И. Введение в алгебру. Ч.3. Основные структуры алгебры. М., МЦНМО, 2009. [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=62951&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=62951&sr=1)
3. Сборник задач по алгебре. Под. ред. А. И. Кострикина. М, 2007.

[https://e.lanbook.com/book/2743#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/2743#book_name)

#### **Дополнительная литература:**

1. Биркгоф К., Барти Т. Современная прикладная алгебра. М. 1976.  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=464046&sr=1](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=464046&sr=1)

#### **5.2. Периодическая литература**

1. Журнал "Вестник Московского университета. Серия 01. Математика. Механика" - Издательство Московского университета. – ISSN 0579-9368. -

<https://dlib.eastview.com/browse/publication/9045>

2. Журнал "Известия высших учебных заведений. Математика" ISSN 0021-3446 (Print), ISSN 2076-4626 (Online) . - Учредитель и издатель: Казанский (Приволжский) федеральный университет. -

<https://dlib.eastview.com/browse/publication/7087>

#### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

##### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

##### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. 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. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety)

**Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы**

**КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

**6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Самостоятельная работа студента включает в себя повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, к контрольным работам, к докладу, к зачетам. Такой вид СРС контролируется в ходе проверки контрольных работ, презентации и обсуждения доклада, зачетов и экзаменов.

**Виды самостоятельной работы**

Обязательными при изучении дисциплины «Комбинаторные свойства алгебраических систем» являются следующие виды самостоятельной работы:

- разбор и самостоятельное изучение теоретического материала по конспектам лекций и по учебным пособиям из списка источников литературы;

- самостоятельное решение задач по темам практических занятий;
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к докладу;
- подготовка к зачету.

### **6.1. Методические указания к самостоятельному изучению студентами теоретического материала**

Для подготовки к ответам на теоретические вопросы экзаменов студентам достаточно использовать материал лекций, основные источники литературы из пункта 5. Также, для расширения и углубления понимания изучаемого материала пользоваться дополнительной литературой, и, возможно, сведениями интернет-сайтов. В случае затруднений, возникающих у студентов в процессе самостоятельного изучения теории, преподаватель разъясняет сложные моменты на консультациях.

### **6.2. Методические указания к самостоятельной подготовке студентов к выполнению заданий по темам лабораторных занятий**

Для выполнения домашнего практического задания необходимо разобрать материал по соответствующей теме лабораторного занятия. При этом используются указания, данные преподавателем в ходе занятия, а также теоретический материал, в краткой форме имеющийся в сборниках задач. Если студент не смог понять приведенный в указанных задачниках разбор типовых примеров в той степени, чтобы самостоятельно использовать предложенный алгоритм для решения задания, то он может получить консультацию преподавателя.

### **6.3. Методические указания к самостоятельной подготовке студентов к выполнению контрольных работ**

Для подготовки к контрольной работе необходимо выполнять задания в ходе практических занятий, а также домашние задания. В процессе самоподготовки студенту желательно ознакомиться с разбором опорных по рассматриваемым темам задач, имеющихся в сборниках задач из пункта 5.1.

### **6.4. Методические указания к самостоятельной подготовке студентов к докладу**

Для подготовки доклада студент должен использовать источники, указанные преподавателем из списка, а также источники из Интернет-ресурса. Доклады могут быть представлены студентами на практических занятиях у доски в виде презентации и последующего обсуждения. В случае затруднений, возникающих у студентов в процессе самостоятельного изучения теории, он имеет возможность воспользоваться консультацией преподавателя.

### **6.5. Методические рекомендации для самостоятельной подготовки студентов к зачету**

Формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине «Комбинаторные свойства алгебраических систем» является зачет. Для подготовки к зачету студентам необходимо выполнить текущие семестровые контрольные работы, разбирать теоретический материал и подготовить доклад по одной из тем. Требования для выставления студенту зачета приведены в пункте 4.4.

В освоении дисциплины «Комбинаторные свойства алгебраических систем» 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. Материально-техническое обеспечение по дисциплине

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

| Наименование специальных помещений                                                                                               | Оснащенность специальных помещений                                                                                                | Перечень лицензионного программного обеспечения                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд.302Н, ауд.303Н, ауд.308Н, ауд.505А, ауд.507А)                     | Мебель: учебная мебель.<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер.<br>Средства обучения: доска, маркеры и мел. | Microsoft Office;<br>Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point») |
| Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций (кабинет 314Н).                                         | Мебель: учебная мебель<br>Средства обучения: доска, маркеры и мел.                                                                |                                                                                                  |
| Учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд.302Н, ауд.303Н, ауд.308Н, ауд.505А, ауд.507А) | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер.<br>Средства обучения: доска, маркеры и мел.  | Microsoft Office;<br>Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point») |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий (ауд.310Н, ауд.312Н, ауд.314Н)                                             | Мебель: учебная мебель<br>Средства обучения: доска, маркеры и мел.                                                                |                                                                                                  |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся                       | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                      | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное обо- |                                                 |

|                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                       | рудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| Помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд.309Н, ауд.320Н) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) |  |