

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



Т. А. Хагуров

подпись

«26» мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.16 АЛГЕБРА

Направление подготовки 01.03.01 Математика

Направленность (профиль) Преподавание математики и информатики

Математическое моделирование

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр


Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины АЛГЕБРА

составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.01 Математика

Программу составили:

Н.А. Наумова, докт.техн. наук, доцент



подпись

Рабочая программа дисциплины «Алгебра» утверждена на заседании кафедры (разработчика) функционального анализа и алгебры протокол № 8 «18» апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Барсукова В.Ю.  
фамилия, инициалы




подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 3 « 20 » апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П.  
фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Пригодина А.Г., кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики КубГТУ

Марковский А.Н., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования КубГУ

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов базовых знаний по алгебре.

### 1.2 Задачи дисциплины

Задачи освоения студентами дисциплины – получение основных теоретических сведений, развитие познавательной деятельности и приобретение практических навыков работы с понятиями по следующим разделам алгебры: системы линейных уравнений, матрицы и действия над ними, определители, комплексные числа, многочлены, алгебраические системы (группы, кольца, векторные пространства, алгебры), начала теории бинарных отношений, конечномерные векторные пространства, линейные отображения векторных пространств, инвариантные подпространства линейных операторов, жорданова нормальная форма матрицы линейного оператора, сопряженное отображение, канонический вид матриц линейных (нормального, самосопряженного, ортогонального и унитарного) операторов, билинейные и квадратичные формы, метрические векторные пространства, классификация квадрик, группы преобразований и классификация движений, основы тензорной алгебры, начала теории групп, понятие о конечных полях.

При освоении дисциплины «Алгебра» вырабатывается общематематическая культура: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями, применять полученные знания для решения алгебраических задач и задач, связанных с приложениями алгебраических методов. Получаемые знания лежат в основе математического образования и необходимы для понимания и освоения всех курсов математики, компьютерных наук и их приложений.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Алгебра» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1, 2 курсах по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: 1, 2, 3 семестры - экзамен.

Для изучения дисциплины достаточно знаний школьного курса алгебры и геометрии. Знания, полученные в этом курсе, используются в аналитической геометрии, математическом анализе, функциональном анализе, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнениях, дискретной математике и математической логике, теории чисел, методах оптимизации 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 следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<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. Применяет базовые знания, полученные в области математических и(или) естественных наук	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся знает возможные сферы применения алгебраических знаний в других областях математики и дисциплинах естественнонаучного содержания В результате изучения учебной дисциплины обучающийся умеет применять полученные навыки в других областях математического знания и дисциплинах есте-

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	ственнонаучного содержания В результате изучения учебной дисциплины обучающийся владеет навыками применения алгебраических знаний в других областях математики и дисциплинах естественнонаучного содержания
ОПК-1.2. Оценивает и формулирует актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся знает актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики  В результате изучения учебной дисциплины обучающийся умеет оценивать и формулировать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и определять методы их решения актуальных и значимых проблемы фундаментальной математик  В результате изучения учебной дисциплины обучающийся владеет алгебраическими методами решения
<b>ПК-1</b> Способен решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики	
ПК-1.1. Знает основные понятия, идеи и методы фундаментальных математических дисциплин для решения базовых задач	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся знает основные понятия, идеи и методы алгебры для решения базовых задач  В результате изучения учебной дисциплины обучающийся умеет применять основные понятия, идеи и методы алгебры для решения базовых задач  В результате изучения учебной дисциплины обучающийся владеет навыками применения алгебраических знаний для решения базовых задач
ПК-1.2. Умеет передавать результаты проведенных теоретических и прикладных исследований в виде конкретных предметных рекомендаций в терминах предметной области	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся знает методы формулирования результатов проведенных теоретических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах алгебры  В результате изучения учебной дисциплины обучающийся умеет передавать результаты проведенных теоретических и прикладных исследований в виде конкретных предметных рекомендаций в терминах алгебры  В результате изучения учебной дисциплины обучающийся владеет методами формулирования результатов проведенных теоретических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах алгебры

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 трудоемкости дисциплины по видам работ

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 16 зачетных единиц (576 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения		
		очная		
		I семестр (часы)	II семестр (часы)	III семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>290,9</b>	<b>106,3</b>	<b>110,3</b>	<b>74,3</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>278</b>	<b>102</b>	<b>108</b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа	138	50	54	34
лабораторные занятия	140	52	54	34
практические занятия				
семинарские занятия				
<b>Иная контактная работа:</b>				
Контроль самостоятельной работы (КСР)	12	4	2	6
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,9	0,3	0,3	0,3
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>142</b>	<b>29</b>	<b>52</b>	<b>61</b>
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)				
Контрольная работа	50	10	16	16
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)				
Реферат/эссе (подготовка)	10			10
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	65	14	25	25
Подготовка к текущему контролю		5	11	10
<b>Контроль:</b>				
Подготовка к экзамену	<b>143,1</b>	<b>44,7</b>	<b>53,7</b>	<b>44,7</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>576</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>290,9</b>	<b>90,3</b>	<b>74,3</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в **первом** семестре:

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛЗ	
1.	Системы линейных уравнений	22	8		10	4
2.	Матрицы	25	10		10	5
3.	Определители	25	10		10	5
4.	Отображения множеств	17	6		6	5
5.	Алгебраические системы	21	8		8	5
6.	Комплексные числа	21	8		8	5
	<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>	<b>131</b>	<b>50</b>		<b>52</b>	<b>29</b>
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	44,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	180				

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые во **втором** семестре:

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛЗ	
1.	Многочлены	36	14		14	8
2.	Многочлены от нескольких переменных	16	4		4	8
3.	Векторные пространства	20	6		6	8
4.	Евклидовы и унитарные пространства	32	10		10	12
5.	Линейные отображения векторных пространств	56	20		20	16
<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>		<b>160</b>	<b>54</b>		<b>54</b>	<b>52</b>
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к текущему контролю		53,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		216				

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в **третьем** семестре:

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛЗ	
1.	Линейные операторы евклидовых и унитарных пространств	32	10		10	12
2.	Квадратичные формы	32	10		10	12
3.	Элементы многомерной геометрии	28	6		6	16
4.	Начала теории групп	18	4		4	10
5.	Элементы теории колец и полей	19	4		4	11
<b>ИТОГО по разделам дисциплины</b>		<b>129</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>61</b>
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к текущему контролю		44,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		180				

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

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Введение	Истоки алгебры. Место алгебры в математике и ее приложениях.	Р
2.	Системы линейных уравнений (СЛУ)	Элементарные преобразования над уравнениями СЛУ, эквивалентность. Метод Гаусса, исследование СЛУ ступенчатого вида. Арифметическое линейное пространство строк $R^n$ . Линейная комбинация строк (транзитивность), линейная зависимость. База системы строк, ранг. Подпространство в $R^n$ , его базис и размерность. Однородная СЛУ, пространство ее решений, фундаментальная совокупность решений. Связь между множествами решений СЛУ и ассоциированной с ней однородной СЛУ	К

3.	Матрицы	Матрицы с действительными элементами, их виды. Совпадение рангов матрицы по строкам и столбцам, ранг матрицы. Теорема Кронекера-Капелли. Операции над матрицами: сложение и вычитание матриц, умножение матриц на числа и умножение матриц. Понятия о кольце и об алгебре. Алгебра (кольцо) матриц. Ранг произведения матриц.	К
4.	Определители	Перестановки $n$ символов, их четность. Изменение четности при транспозициях символов, количество четных и нечетных перестановок. Формальные подстановки $n$ символов, их четность и нечетность, количество четных и нечетных подстановок. Определитель $n$ -го порядка, простейшие свойства. Вычисление определителя с помощью элементарных преобразований над строками и столбцами. Минор матрицы, алгебраическое дополнение к элементу матрицы. Разложение определителя по строке (столбцу). Формула обратной матрицы. Правило Крамера решения определенной СЛУ. Базисный минор матрицы. Нахождение ранга матрицы методом окаймления минорами. Теорема Лапласа и следствия из нее. Определитель произведения матриц, формулировка теоремы Бине-Коши. Обобщенное правило Крамера решения произвольной СЛУ	К
5.	Отображения множеств	Отображения множеств, их виды. Равенство отображений. Умножение отображений, ассоциативность. Преобразования множества, их формальная запись, умножение преобразований. Подстановки множеств, их формальная запись, умножение подстановок. Единичная и обратная подстановки.	К
6.	Алгебраические системы	Бинарные операции (алгебраические операции) на множествах. Группоиды, их виды и простейшие свойства. Таблица Кэли группоида, примеры. Симметрический моноид преобразований и симметрическая группа подстановок $n$ -й степени. Кольца (в частности, поля), их виды и простейшие свойства, примеры. Кольцо многочленов над произвольным полем (взаимосвязь алгебраического и функционального взглядов на понятие «многочлен»). Векторные пространства над произвольными полями, определение и простейшие свойства, примеры. Алгебры над произвольными полями, определение и виды алгебр, примеры. Кольцо классов вычетов, критерий поля. Поле алгебраических чисел. Подгруппоиды, подкольца и подпространства, примеры. Понятие об изоморфизме алгебраических систем.	К
7.	Комплексные числа (КЧ)	Понятие о числовом поле. Построение поля комплексных чисел $\mathbb{C}$ . Алгебраическая форма записи КЧ и связанные с ней понятия, свойства сопряжения. Модуль КЧ, неравенство треугольника. Тригонометрическая форма записи КЧ, мультипликативные свойства модуля и аргумента. Действия над КЧ в комплексной плоскости с помощью циркуля и линейки. Формула Муавра. Извлечение корней из КЧ. Корни из единицы, первообразные корни. Формула Эйлера. Логарифмическая и показательная функции комплексных переменных.	К
8.	Многочлены	Многочлены от одной переменной (функциональный взгляд), операции над ними. Кольца многочленов $R[x]$ и $C[x]$ . Степень суммы и произведения многочленов. Деление с остатком и без остатка в кольце многочленов, свойства. НОД и НОК многочленов, алгоритм Евклида нахождения НОД. Теорема Безу, кратность корня многочлена. Схема Горнера и ее применения. Алгебраические решения уравнений 3-ей и 4-ой степеней. Эквивалентные формулировки основной теоремы алгебры, следствия из нее: формулы Виета, интерполяционный многочлен Лагранжа, отделение кратных корней многочлена. Теорема Штурма и ее применение при отделении дей-	К

		ствительных корней многочлена из $R[x]$ . Поле рациональных дробей. Разложение рациональной дроби на простейшие над полями $R$ и $C$ . Рациональные корни многочленов с целыми коэффициентами. Теорема Гаусса. Признак неприводимости Эйзенштейна	
9.	Многочлены от нескольких переменных	Кольцо многочленов от нескольких переменных. Симметрические многочлены. Основная теорема о симметрических многочленах. Формулы Ньютона. Результат двух многочленов. Исключение неизвестных из систем двух алгебраических уравнений с двумя неизвестными. Дискриминант многочлена, его свойства. Дискриминант многочленов $2 - 5$ степеней.	К
10.	Векторные пространства	Линейная зависимость и независимость системы векторов пространства над произвольным полем, свойства. Критерий подпространства, линейная оболочка. Максимальная линейно независимая подсистема (база) системы векторов, ранг. Базис векторного пространства (подпространства), размерность. Матрица перехода от одного базиса пространства к другому. Координаты вектора в данном базисе, их изменение при переходе к другому базису. Изоморфизм векторных пространств. Пересечение и сумма подпространств. Прямая сумма подпространств. Фактор-пространство. Линейные функции на векторном пространстве, их определяемость образами базиса. Сопряженное пространство, дуальный базис, естественный изоморфизм.	К
11.	Евклидовы и унитарные пространства	Евклидово пространство, свойства скалярного произведения. Неравенство Коши-Буняковского. Метрические соотношения в евклидовом пространстве. Ортогональная система векторов, процесс ортогонализации Грамма-Шмидта. Существование ортонормированного базиса. Ортогональное дополнение к подпространству и ортогональная проекция вектора на подпространство евклидова пространства. Евклидов изоморфизм. Ортонормированные базисы евклидовых пространств, ортогональность матрицы перехода от одного такого базиса к другому. Унитарные пространства, полуторалинейные комплексные формы. Метрические соотношения и вопросы, связанные с ортогональностью, в унитарном пространстве.	К
12.	Линейные отображения векторных пространств	Линейные отображения (операторы) векторных пространств над одним и тем же полем. Образ и ядро линейного отображения, ранг и дефект, их связь с размерностью области определения отображения. Матрицы линейных отображений (операторов), их изменение при переходе к другим базисам. Пространство линейных отображений, алгебра линейных операторов, полная линейная группа невырожденных линейных операторов. Изоморфизм пространств линейных отображений и прямоугольных матриц. Изоморфизм алгебр (полных линейных групп невырожденных) линейных операторов и квадратных (невырожденных) матриц. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов. Диагонализируемые операторы. Характеристический многочлен оператора. Теорема Гамильтона-Кэли. Минимальный многочлен оператора. Жорданова нормальная форма (ЖНФ) матрицы оператора. Инвариантные подпространства линейного оператора, разложение пространства в прямую сумму инвариантных подпространств. Прямая сумма линейных операторов. Корневые подпространства линейного оператора, действующего над полем $C$ . Разложение пространства в прямую сумму корневых подпространств линейного оператора. Алгоритм нахождения базиса, в котором матрица линейного оператора имеет ЖНФ. Минимальный многочлен и ЖНФ. Критерий диагонализируемости линейного оператора, действующего в	К



		пространстве над полем $C$ .	
13.	Линейные операторы евклидовых и унитарных пространств	<p>Сопряженное отображение (оператор) унитарных (евклидовых) пространств, его существование и единственность для данного линейного отображения (оператора). Матрица сопряженного оператора в ортонормированном базисе, свойства. Теорема Шура для линейного оператора унитарного пространства. Нормальный оператор унитарного пространства, существование для него базиса из собственных векторов. Унитарный оператор унитарного пространства, критерий унитарности оператора в терминах его собственных значений; другие критерии. Эрмитов (самосопряженный) оператор унитарного пространства, критерии эрмитовости оператора.</p> <p>Положительно (неотрицательно) определенные эрмитовы операторы, свойства. Арифметический корень из неотрицательно определенного эрмитова оператора. Разложение унитарного (евклидова) пространства в прямую сумму ядра данного линейного оператора и образа сопряженного к нему оператора. Биортонормированные базисы унитарного (евклидова) пространства, связь между матрицами оператора и сопряженного к нему оператора. Построение сингулярных базисов для линейного отображения унитарных пространств. Разложения линейных операторов унитарного пространства.</p>	К
14.	Квадратичные формы	<p>Квадратичная форма, ее матрица. Изменение матрицы при линейном преобразовании переменных. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Нормальный вид квадратичной формы, эквивалентность квадратичных форм. Закон инерции действительных квадратичных форм. Распадающиеся квадратичные формы. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы, критерий Сильвестра. Приведение квадратичной формы к каноническому виду с помощью ортогонального преобразования переменных.</p> <p>Понятие о полилинейной функции на векторном пространстве. Представление полилинейной функции в виде полилинейной формы в фиксированном базисе пространства. Линейные, билинейные и полуторалинейные функции, их формы. Симметрические формы и их связь с квадратичными формами.</p>	К
15.	Элементы многомерной геометрии	<p>Аффинное и евклидово точечное пространства. Аффинные и декартовы координаты, расстояние между точками. Плоскость в аффинном пространстве, параметрическое задание и задание системой точек в общем расположении. Общие уравнения плоскости в евклидовом точечном пространстве, взаимное расположение плоскостей. Луч, отрезок, полупространство и полуплоскость в евклидовом точечном пространстве, перпендикуляр к плоскости. Преобразования координат. Движения, их аналитическое задание, группа движений. Виды движений, их классификация. Аффинные преобразования евклидовых точечных пространств.</p> <p>Выпуклые многогранники, симплекс. Определитель Грама. Параллелепипед и его объем в евклидовом точечном пространстве. Геометрический смысл определителя аффинного преобразования. Квадрики, их аффинная классификация. Теоретико-групповая точка зрения на геометрию: евклидова, аффинная и другие виды геометрий.</p>	К, Р
16.	Начала теории групп	<p>Группы, подгруппы, их свойства, примеры. Группы преобразований. Группы в геометрии и физике. Циклические группы. Системы порождающих элементов группы. Решетки подгрупп группы Смежные классы по подгруппе, теорема Лагранжа и следствие из нее. Нормальные фактор группы. Гомоморфизм групп, их характеристика. Теоремы о гомоморфизме групп. Прямое произведение групп. Конечнопорожденные абелевы группы, основная теорема об их строении.</p>	К, Р

		Разрешимые и неразрешимые группы. Простые группы, понятие об их классификации. Группы подстановок, транзитивные группы подстановок. Простота знакопеременной группы $A_n$ для $n > 6$ . Строение симметрических групп $S_3, S_4, S_5$ .	
17.	Элементы теории колец и полей	Коммутативные кольца и их идеалы. Действия над идеалами. Простые и максимальные идеалы, их характеристика. Факторкольца. Гомоморфизмы колец. Прямая сумма колец. Целостные кольца главных идеалов, их арифметика, примеры. Поля и подполя, характеристика поля. Расширения полей, степень расширения. Конечные расширения полей. Простые алгебраические расширения.	К, Р

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Системы линейных уравнений (СЛУ)	Элементарные преобразования над уравнениями СЛУ, эквивалентность. Метод Гаусса, исследование СЛУ ступенчатого вида. Арифметическое линейное пространство строк $R^n$ . Линейная комбинация строк (транзитивность), линейная зависимость. База системы строк, ранг. Подпространство в $R^n$ , его базис и размерность. Однородная СЛУ, пространство ее решений, фундаментальная совокупность решений. Связь между множествами решений СЛУ и ассоциированной с ней однородной СЛУ	Проверка домашнего задания, контрольная работа.
2.	Матрицы	Матрицы с действительными элементами, их виды. Совпадение рангов матрицы по строкам и столбцам, ранг матрицы. Теорема Кронекера-Капелли. Операции над матрицами: сложение и вычитание матриц, умножение матриц на числа и умножение матриц. Понятия о кольце и об алгебре. Алгебра (кольцо) матриц. Ранг произведения матриц.	Проверка домашнего задания, контрольная работа.
3.	Определители	Перестановки $n$ символов, их четность. Изменение четности при транспозициях символов, количество четных и нечетных перестановок. Формальные подстановки $n$ символов, их четность и нечетность, количество четных и нечетных подстановок. Определитель $n$ -го порядка, простейшие свойства. Вычисление определителя с помощью элементарных преобразований над строками и столбцами. Минор матрицы, алгебраическое дополнение к элементу матрицы. Разложение определителя по строке (столбцу). Формула обратной матрицы. Правило Крамера решения определенной СЛУ. Базисный минор матрицы. Нахождение ранга матрицы методом окаймления минорами. Теорема Лапласа и следствия из нее. Определитель произведения матриц, формулировка теоремы Бине-Коши. Обобщенное правило Крамера решения произвольной СЛУ	Проверка домашнего задания, контрольная работа.
4.	Отображения множеств	Отображения множеств, их виды. Равенство отображений. Умножение отображений, ассоциативность. Преобразования множества, их формальная запись, умножение преобразований. Подстановки множеств, их формальная запись, умножение подстановок. Единичная и обратная подстановки.	Проверка домашнего задания, контрольная работа.
5.	Алгебраические системы	Бинарные операции (алгебраические операции) на множествах. группоиды, их виды и простейшие свойства. Таблица Кэли группоида, примеры. Симметрический моноид преобразований и симметрическая группа подстановок $n$ -й степени. Кольца (в частности, поля), их виды и простейшие свойства, примеры. Кольцо многочленов над произвольным полем (взаимосвязь алгебраического и функционального взглядов на понятие «многочлен»). Векторные пространства над произвольными полями, определение и простейшие свойства, примеры. Алгебры над произвольными полями, опреде-	Проверка домашнего задания, контрольная работа.

		<p>ление и виды алгебр, примеры.</p> <p>Кольцо классов вычетов, критерий поля. Поле алгебраических чисел. Подгруппоиды, подкольца и подпространства, примеры. Понятие об изоморфизме алгебраических систем.</p>	
6.	Комплексные числа (КЧ)	<p>Понятие о числовом поле. Построение поля комплексных чисел <math>\mathbb{C}</math>. Алгебраическая форма записи КЧ и связанные с ней понятия, свойства сопряжения. Модуль КЧ, неравенство треугольника. Тригонометрическая форма записи КЧ, мультипликативные свойства модуля и аргумента. Действия над КЧ в комплексной плоскости с помощью циркуля и линейки. Формула Муавра. Извлечение корней из КЧ. Корни из единицы, первообразные корни.</p> <p>Формула Эйлера. Логарифмическая и показательная функции комплексных переменных.</p>	Проверка домашнего задания, контрольная работа.
7.	Многочлены	<p>Многочлены от одной переменной (функциональный взгляд), операции над ними. Кольца многочленов <math>R[x]</math> и <math>C[x]</math>. Степень суммы и произведения многочленов. Деление с остатком и без остатка в кольце многочленов, свойства. НОД и НОК многочленов, алгоритм Евклида нахождения НОД. Теорема Безу, кратность корня многочлена. Схема Горнера и ее применения. Алгебраические решения уравнений 3-ей и 4-ой степеней. Эквивалентные формулировки основной теоремы алгебры, следствия из нее: формулы Виета, интерполяционный многочлен Лагранжа, отделение кратных корней многочлена.</p> <p>Теорема Штурма и ее применение при отделении действительных корней многочлена из <math>R[x]</math>. Поле рациональных дробей. Разложение рациональной дроби на простейшие над полями <math>\mathbb{R}</math> и <math>\mathbb{C}</math>. Рациональные корни многочленов с целыми коэффициентами. Теорема Гаусса. Признак неприводимости Эйзенштейна</p>	Проверка домашнего задания, контрольная работа.
8.	Многочлены от нескольких переменных	<p>Кольцо многочленов от нескольких переменных. Симметрические многочлены. Основная теорема о симметрических многочленах. Формулы Ньютона. Результат двух многочленов. Исключение неизвестных из систем двух алгебраических уравнений с двумя неизвестными. Дискриминант многочлена, его свойства. Дискриминант многочленов 2 – 5 степеней.</p>	Проверка домашнего задания, контрольная работа.
9.	Векторные пространства	<p>Линейная зависимость и независимость системы векторов пространства над произвольным полем, свойства. Критерий подпространства, линейная оболочка. Максимальная линейно независимая подсистема (база) системы векторов, ранг. Базис векторного пространства (подпространства), размерность. Матрица перехода от одного базиса пространства к другому. Координаты вектора в данном базисе, их изменение при переходе к другому базису. Изоморфизм векторных пространств. Пересечение и сумма подпространств. Прямая сумма подпространств.</p> <p>Фактор-пространство. Линейные функции на векторном пространстве, их определяемость образами базиса. Сопряженное пространство, дуальный базис, естественный изоморфизм.</p>	Проверка домашнего задания, контрольная работа.
10.	Евклидовы и унитарные пространства	<p>Евклидово пространство, свойства скалярного произведения. Неравенство Коши-Буняковского. Метрические соотношения в евклидовом пространстве. Ортогональная система векторов, процесс ортогонализации Грамма-Шмидта. Существование ортонормированного базиса. Ортогональное дополнение к подпространству и ортогональная проекция вектора на подпространство евклидова пространства. Евклидов изоморфизм. Ортонормированные базисы евклидовых пространств, ортогональность матрицы перехода от одного такого базиса к другому. Унитарные пространства, полуторалинейные ком-</p>	Проверка домашнего задания, контрольная работа.

		плексные формы. Метрические соотношения и вопросы, связанные с ортогональностью, в унитарном пространстве.	
11.	Линейные отображения векторных пространств	<p>Линейные отображения (операторы) векторных пространств над одним и тем же полем. Образ и ядро линейного отображения, ранг и дефект, их связь с размерностью области определения отображения. Матрицы линейных отображений (операторов), их изменение при переходе к другим базисам. Пространство линейных отображений, алгебра линейных операторов, полная линейная группа невырожденных линейных операторов. Изоморфизм пространств линейных отображений и прямоугольных матриц. Изоморфизм алгебр (полных линейных групп невырожденных) линейных операторов и квадратных (невырожденных) матриц. Собственные значения и собственные векторы линейных операторов. Диагонализируемые операторы. Характеристический многочлен оператора. Теорема Гамильтона-Кэли. Минимальный многочлен оператора. Жорданова нормальная форма (ЖНФ) матрицы оператора.</p> <p>Инвариантные подпространства линейного оператора, разложение пространства в прямую сумму инвариантных подпространств. Прямая сумма линейных операторов. Корневые подпространства линейного оператора, действующего над полем <math>C</math>. Разложение пространства в прямую сумму корневых подпространств линейного оператора. Алгоритм нахождения базиса, в котором матрица линейного оператора имеет ЖНФ. Минимальный многочлен и ЖНФ. Критерий диагонализируемости линейного оператора, действующего в пространстве над полем <math>C</math>.</p>	Проверка домашнего задания, контрольная работа.
12.	Линейные операторы евклидовых и унитарных пространств	<p>Сопряженное отображение (оператор) унитарных (евклидовых) пространств, его существование и единственность для данного линейного отображения (оператора). Матрица сопряженного оператора в ортонормированном базисе, свойства. Теорема Шура для линейного оператора унитарного пространства. Нормальный оператор унитарного пространства, существование для него базиса из собственных векторов. Унитарный оператор унитарного пространства, критерий унитарности оператора в терминах его собственных значений; другие критерии. Эрмитов (самосопряженный) оператор унитарного пространства, критерии эрмитовости оператора.</p> <p>Положительно (неотрицательно) определенные эрмитовы операторы, свойства. Арифметический корень из неотрицательно определенного эрмитова оператора. Разложение унитарного (евклидова) пространства в прямую сумму ядра данного линейного оператора и образа сопряженного к нему оператора. Биортонормированные базисы унитарного (евклидова) пространства, связь между матрицами оператора и сопряженного к нему оператора. Построение сингулярных базисов для линейного отображения унитарных пространств. Разложения линейных операторов унитарного пространства.</p>	Проверка домашнего задания, контрольная работа
13.	Квадратичные формы	<p>Квадратичная форма, ее матрица. Изменение матрицы при линейном преобразовании переменных. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Нормальный вид квадратичной формы, эквивалентность квадратичных форм. Закон инерции действительных квадратичных форм. Распадающиеся квадратичные формы. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы, критерий Сильвестра. Приведение квадратичной формы к каноническому виду с помощью ортогонального преобразования переменных.</p> <p>Понятие о полилинейной функции на векторном про-</p>	Проверка домашнего задания, контрольная работа

		пространстве. Представление полилинейной функции в виде полилинейной формы в фиксированном базисе пространства. Линейные, билинейные и полуторалинейные функции, их формы. Симметрические формы и их связь с квадратичными формами.	
14.	Элементы многомерной геометрии	Аффинное и евклидово точечное пространства. Аффинные и декартовы координаты, расстояние между точками. Плоскость в аффинном пространстве, параметрическое задание и задание системой точек в общем расположении. Общие уравнения плоскости в евклидовом точечном пространстве, взаимное расположение плоскостей. Луч, отрезок, полупространство и полуплоскость в евклидовом точечном пространстве, перпендикуляр к плоскости. Преобразования координат. Движения, их аналитическое задание, группа движений. Виды движений, их классификация. Аффинные преобразования евклидовых точечных пространств. Выпуклые многогранники, симплекс. Определитель Грама. Параллелепипед и его объем в евклидовом точечном пространстве. Геометрический смысл определителя аффинного преобразования. Квадрики, их аффинная классификация. Теоретико-групповая точка зрения на геометрию: евклидова, аффинная и другие виды геометрий.	Проверка домашнего задания, контрольная работа
5.	Начала теории групп	Группы, подгруппы, их свойства, примеры. Группы преобразований. Группы в геометрии и физике. Циклические группы. Системы порождающих элементов группы. Решетки подгрупп группы. Смежные классы по подгруппе, теорема Лагранжа и следствие из нее. Нормальные фактор группы. Гомоморфизм групп, их характеристика. Теоремы о гомоморфизме групп. Прямое произведение групп. Конечнопорожденные абелевы группы, основная теорема об их строении. Разрешимые и неразрешимые группы. Простые группы, понятие об их классификации. Группы подстановок, транзитивные группы подстановок. Простота знакопеременной группы $A_n$ для $n > 6$ . Строение симметрических групп $S_3, S_4, S_5$ .	Проверка домашнего задания, контрольная работа
16.	Элементы теории колец и полей	Коммутативные кольца и их идеалы. Действия над идеалами. Простые и максимальные идеалы, их характеристика. Факторкольца. Гомоморфизмы колец. Прямая сумма колец. Целостные кольца главных идеалов, их арифметика, примеры. Поля и подполя, характеристика поля. Расширения полей, степень расширения. Конечные расширения полей. Простые алгебраические расширения.	Проверка домашнего задания, контрольная работа

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.

### 2.3.3 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	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
2.	Выполнение лабораторных работ и расчетно-графических заданий	<p>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.</p> <p>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.</p>
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, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – 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 «Алгебра».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме разноуровневых заданий для контрольных работ, теоретических вопросов к коллоквиуму, доклада-презентации по проблемным вопросам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

#### 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	ОПК-1.1. Применяет базовые знания, полученные в области математических и(или) естественных наук	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся знает возможные сферы применения алгебраических знаний в других областях математики и дисциплинах естественнонаучного содержания	Контрольная работа №1 Контрольная работа №2	Вопрос на экзамене (1 семестр) 1-39
		В результате изучения учебной дисциплины обучающийся умеет применять полученные навыки в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания	Контрольная работа №3 Контрольная работа №4 Контрольная работа №5	Вопрос на экзамене (2 семестр) 1-39
		В результате изучения учебной дисциплины обучающийся владеет навыками применения	Контрольная работа №6 Реферат	Вопрос на экзамене (3 семестр) 1-37

		алгебраических знаний в других областях математики и дисциплинах естественнонаучного содержания		
2	ОПК-1.2. Оценивает и формулирует актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся знает актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики	Контрольная работа №1 Контрольная работа №2	Вопрос на экзамене (1 семестр) 1-39
		В результате изучения учебной дисциплины обучающийся умеет оценивать и формулировать актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики и определять методы их решения актуальных и значимых проблемы фундаментальной математики	Контрольная работа №3 Контрольная работа №4 Контрольная работа №5	Вопрос на экзамене (2 семестр) 1-39
		В результате изучения учебной дисциплины обучающийся владеет алгебраическими методами решения	Контрольная работа №6 Реферат	Вопрос на экзамене (3 семестр) 1-37
3	ПК-1.1. Знает основные понятия, идеи и методы фундаментальных математических дисциплин для решения базовых задач	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся знает основные понятия, идеи и методы алгебры для решения базовых задач	Контрольная работа №1 Контрольная работа №2	Вопрос на экзамене (1 семестр) 1-39
		В результате изучения учебной дисциплины обучающийся умеет применять основные понятия, идеи и методы алгебры для решения базовых задач	Контрольная работа №3 Контрольная работа №4 Контрольная работа №5	Вопрос на экзамене (2 семестр) 1-39
		В результате изучения учебной дисциплины обучающийся владеет навыками применения алгебраических знаний для решения базовых задач	Контрольная работа №6 Реферат	Вопрос на экзамене (3 семестр) 1-37
4	ПК-1.2. Умеет передавать результаты проведенных теоретических и прикладных исследований в виде конкретных предметных рекомендаций в терминах предметной области	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся знает методы формулирования результатов проведенных теоретических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах алгебры	Контрольная работа №1 Контрольная работа №2	Вопрос на экзамене (1 семестр) 1-39
		В результате изучения учебной дисциплины обучающийся умеет пе-	Контрольная работа №3 Контрольная работа №4 Контрольная работа №5  Контрольная работа №6 Реферат	Вопрос на экзамене (2 семестр) 1-39  Вопрос на экзамене (3 семестр) 1-37



	<p>редавать результаты проведенных теоретических и прикладных исследований в виде конкретных предметных рекомендаций в терминах алгебры</p> <p>В результате изучения учебной дисциплины обучающийся владеет методами формулирования результатов проведенных теоретических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах алгебры</p>		
--	---	--	--

**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**  
**Примерный перечень вопросов и заданий**

**Контрольная работа № 1 в первом семестре**

1. Найдите множество решений системы линейных уравнений (1).
2. Найдите фундаментальную систему решений системы линейных однородных уравнений, ассоциированной к системе (1).
3. Найдите основные (базисные) решения системы линейных уравнений (1).
4. Вычислите матрицу  $AB - 2C$ .
5. С помощью элементарных преобразований найдите матрицу, обратную к матрице (3).
6. По формуле найдите матрицу, обратную к матрице (3).
7. Решите систему линейных уравнений (5) матричным способом.
8. С помощью элементарных преобразований вычислите определитель (2).
9. Разложите определитель (4) по буквенному ряду.
10. Решить систему уравнений (6) методом Гаусса.

$$(1) \begin{cases} 2x_1 - x_2 - x_3 + x_4 = 4 \\ 3x_1 + 4x_2 - 2x_3 - x_4 = 11 \\ 3x_1 - 2x_2 + 4x_3 + 4x_4 = 11 \end{cases} \quad (2) \begin{vmatrix} 1 & -2 & 3 & 0 \\ 1 & 0 & 2 & 4 \\ 0 & 6 & 2 & 10 \\ 2 & 0 & 0 & -3 \end{vmatrix} \quad (3) \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 0 & 3 & 2 \\ -1 & 0 & 2 \end{pmatrix} \quad (4) \begin{vmatrix} 2 & 5 & -1 \\ 3 & 2 & 6 \\ a & b & c \end{vmatrix}$$

$$(5) \begin{cases} 2x_1 + 4x_2 = 8 \\ -x_1 + 3x_2 = 1 \end{cases} \quad (6) \begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 8 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 = -4 \\ x_1 + 6x_2 + x_3 = 0 \end{cases} \quad A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -3 & 0 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 11 & -2 \\ 10 & 3 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$$

**Контрольная работа № 2 в первом семестре**

1. Найдите основную систему решений системы линейных уравнений (1).
2. Вычислите  $\det(A^{-1}B - 2C)$ .
3. Решите по правилу Крамера систему линейных уравнений (2).
4. Вычислите определитель  $\Delta$  с использованием теоремы Лапласа.
5. Методом окаймления миноров найдите какой-нибудь базисный минор матрицы  $D$ .

6. Найдите матрицы  $F$  и  $G$ , для которых выполняется равенство  $FDG = \begin{pmatrix} E_2 & O_{2 \times 2} \\ O_{1 \times 2} & O_{1 \times 2} \end{pmatrix}$ .
7. Решите систему линейных уравнений (3) по обобщенному правилу Крамера.
8. Представьте в алгебраической форме комплексное число  $u$ .
9. Решить уравнение (\*) и записать его комплексные корни в алгебраической форме и в тригонометрической.
10. Представить комплексное число  $z$  в тригонометрической форме.
11. Представить число  $z^n$  в алгебраической форме.
12. Выписать все корни  $m$ -й степени из числа  $z$  в тригонометрической форме.

$$(1) \begin{cases} 2x_1 - 3x_2 & + x_5 = 3, \\ 2x_1 - 3x_2 + x_3 & + 3x_5 = 4, \\ 4x_1 - 6x_2 + x_3 + x_4 + 3x_5 & = 9. \end{cases} \quad (2) \begin{cases} x + 2y + z = -2, \\ x + y + 2z = 3, \\ 2x + 3y + 4z = 1. \end{cases} \quad (3) \begin{cases} 3x_1 - 2x_2 + x_3 = -1, \\ -6x_1 + 4x_2 - 2x_3 = 2, \\ -3x_1 + 2x_2 + x_3 = -3. \end{cases}$$

$$A = \begin{pmatrix} 2 & -3 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}, \quad D = \begin{pmatrix} 3 & -2 & 1 & -1 \\ -6 & 4 & -2 & 2 \\ -3 & 2 & 1 & -3 \end{pmatrix}, \quad \Delta = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 3 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 2 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 0 & 2 & 0 & 0 & 3 \\ 1 & 4 & 2 & 3 & 5 & 3 \\ 4 & 0 & 1 & 0 & 0 & 3 \end{vmatrix}.$$

$$u = \frac{2 + 4i + (1 - i)(1 - 2i)}{2 - i}$$

$$(*) \quad x^2 - (1 + 2i)x + (3 + 3i) = 0 \quad z = \frac{2 + 3\sqrt{3} + i(2\sqrt{3} - 3)}{2 - 3i} \quad n = 8 \quad m = 4$$

### Контрольная работа № 3 во втором семестре

1. Найти наибольший общий делитель многочленов  $a(x)$  и  $b(x)$ , а затем выразить его линейно через  $a(x)$  и  $b(x)$ .
2. Найти наибольший общий делитель многочленов  $c(x)$  и  $d(x)$ .
3. Отделить кратные корни многочлена  $c(x)$ .
4. Найти все рациональные корни многочлена  $f(x)$  и определить их кратность.
5. Используя интерполяционную формулу Лагранжа, найти многочлен  $g(x)$  степени не более двух, для которого выполняются равенства (\*\*).
6. Решить по формулам Кардано уравнение  $x^3 + 6x + 2 = 0$
7. Решить, используя алгоритм Феррари, уравнение  $x^4 - 2x^3 + 4x^2 - 2x + 3 = 0$
8. Многочлен  $x_1^3 + x_2^3 + x_3^3 - 2x_1x_2 - 2x_1x_3 - 2x_2x_3$  представить в виде многочлена от элементарных симметрических многочленов

$$u = \frac{3 - 2i + (1 - i)(1 + 2i)}{2 - i}; \quad (*) \quad x^2 - (4 + i)x + 5 - i = 0; \quad z = \frac{\sqrt{3}i - 1}{1 - i}; \quad n = 10; \quad m = 3;$$

$$a(x) = x^4 - 2x^3 - x^2 - x + 3; \quad b(x) = x^3 - 1; \quad c(x) = x^5 + 5x^4 + 6x^3 - 2x^2 - 3x + 1;$$

$$d(x) = 5x^4 + 20x^3 + 18x^2 - 4x - 3; \quad f(x) = 3x^4 - 8x^3 + 7x^2 - 8x + 4;$$

$$(**) \quad g(0) = 1, \quad g(2) = 3, \quad g(3) = 10.$$

### Контрольная работа № 4 во втором семестре

1. Найдите какую-нибудь максимальную линейно независимую подсистему системы векторов  $u_1, u_2, u_3, u_4$  и выразите все векторы системы линейно через векторы найденной подсистемы.

2. Найдите базис суммы подпространств  $L(a_1; a_2; a_3)$  и  $L(b_1; b_2; b_3)$ , а затем по формуле определите размерность их пересечения.
3. Найдите базис пересечения подпространств  $L(a_1; a_2; a_3)$  и  $L(b_1; b_2; b_3)$ .
4. Найти матрицу перехода от базиса  $f = \{f_1; f_2\}$  к базису  $g = \{g_1; g_2\}$  пространства строк  $R^2$ .
5. По координатному столбцу  $[c]_f$  вектора  $c$  в базисе  $f$  определите его координатный столбец в базисе  $g$ .
6. Ортогонализировать систему векторов  $v_1, v_2, v_3$  (\*) евклидова пространства  $R^4$ .
7. Найти ортогональную проекцию и ортогональную составляющую вектора  $d$  на подпространство  $L(v_1; v_2; v_3)$ .
8. Ортогонализировать систему векторов  $v_1, v_2$  (\*\*) унитарного пространства  $C^3$ .
9. Найти базисы образа и ядра линейного оператора  $A: R^4 \rightarrow R^4$ , матрица которого в стандартном базисе пространства  $R^4$  равна  $A$ .

$$u_1 = (1; -2; 1; -1), u_2 = (2; -4; 2; -2), u_3 = (3; 1; 0; 1), u_4 = (1; 5; -2; 3);$$

$$a_1 = (1; 2; 1; 1), a_2 = (3; 1; -1; 2), a_3 = (-1; 3; 3; 0); b_1 = (2; 1; -1; 0), b_2 = (4; 0; -3; 1), b_3 = (2; -1; -2; 1)$$

$$f_1 = (1; 5), f_2 = (1; 4); \quad g_1 = (3; 2), g_2 = (2; 1); \quad [c]_f = \begin{pmatrix} 3 \\ 4 \end{pmatrix};$$

$$v_1 = (1; 1; 1; 1), v_2 = (1; 0; 1; 0), v_3 = (3; 1; 1; -1) \quad (*); \quad d = (2; 0; -1; 1).$$

$$v_1 = (i; 1; -i), \quad v_2 = (1; 1 + i; i). \quad (**)$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 & 1 \\ 2 & -4 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & -1 & 2 \end{pmatrix}.$$

### **Контрольная работа № 5 в третьем семестре**

1. Найти характеристический и минимальный многочлены оператора  $B: R^3 \rightarrow R^3$ , у которого матрица в стандартном базисе пространства  $R^3$  равна  $B$ .
2. Найти собственные значения и соответствующие им собственные векторы оператора  $B$  из задания 3.
3. Определить жорданову нормальную форму матрицы оператора  $B$  из задания 3.
4. Найти матрицу сопряженного оператора к оператору  $2C - D$  в стандартном базисе  $e_1, e_2$  унитарного пространства  $C^2$ , если  $[C]_e = C$  и  $[D]_e = D$ .
5. Найти матрицу сопряженного оператора к оператору  $F: R^2 \rightarrow R^2$  в базисе  $f_1, f_2$  пространства  $R^2$ , если  $[F]_f = F$ .
6. Показать, что линейный оператор  $G$  унитарного пространства  $C^2$ , имеющий в стандартном базисе матрицу  $G$ , является нормальным, а затем найти ортонормированный базис пространства  $C^2$ , состоящий из собственных векторов этого оператора.
7. Является ли оператор  $H$  евклидова пространства  $R^2$  ортогональным при  $[H]_f = H$ ?
8. Показать, что линейный оператор  $K$  унитарного пространства  $C^2$  является эрмитовым, если  $[K]_f = K$ .

$$B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ -2 & 2 & 1 \\ -4 & 0 & 4 \end{pmatrix}, C = \begin{pmatrix} 1 & i \\ 1-i & 2 \end{pmatrix}, D = \begin{pmatrix} i & -1 \\ 1 & i \end{pmatrix}, F = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}, f_1=(1; -2), f_2=(1; -1).$$

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -2 & 1 \end{pmatrix}, H = \begin{pmatrix} -3 & -2 \\ 5 & 3 \end{pmatrix}, K = \begin{pmatrix} 2+3i & 1+2i \\ -2-5i & -1-3i \end{pmatrix}.$$

### Контрольная работа № 6 в третьем семестре

1. Привести действительную квадратичную форму  $f$  к нормальному виду и указать соответствующее невырожденное линейное преобразование переменных.
2. Найти индексы инерции и сигнатуру действительной квадратичной формы  $g$  и показать, что она эквивалентна квадратичной форме  $f$ .
3. Привести комплексную квадратичную форму  $h$  к сумме квадратов и указать соответствующее невырожденное линейное преобразование переменных.
4. Представить квадратичную форму  $p$  в виде произведения действительных линейных форм.
5. Из трех действительных квадратичных форм  $f_1, f_2, f_3$  указать положительно и отрицательно определенные. Ответ обосновать.
6. Указать ортогональное преобразование переменных, приводящее действительную квадратичную форму  $q$  к каноническому виду.
7. Указать систему точек, задающих плоскость  $\alpha$  точечного евклидова пространства  $E_4$  в общем расположении.
8. Определить угол между прямой  $L(v)$  и плоскостью  $\alpha$  точечного евклидова пространства  $E_4$ .
9. Найти расстояние от точки  $M$  до плоскости  $\alpha$  точечного евклидова пространства  $E_4$ .
10. Найти угол между гиперплоскостями  $\beta$  и  $\gamma$  в точечном евклидовом пространстве  $E_4$ .

$$f = x_1^2 + x_2^2 + 9x_3^2 - 2x_1x_3 + 4x_2x_3; \quad g = x_1^2 + 2x_2^2 + x_3^2 - 2x_1x_2; \quad h = x_1^2 - 3x_2^2 - 2x_1x_2;$$

$$p = x_1^2 + x_2^2 - 2x_1x_2 + x_1x_3 - x_2x_3; \quad f_1 = -x_1^2 - 4x_2^2 - 6x_3^2 + 4x_1x_3 - 4x_2x_3;$$

$$f_2 = x_1^2 + 5x_2^2 + 2x_3^2 - 2x_1x_2 - 4x_2x_3; \quad f_3 = 4x_1^2 + 2x_2^2 - 4x_1x_2 - 2x_2x_3;$$

$$q = x_1^2 + 2x_2^2 + x_3^2 - 2x_1x_3.$$

$$\alpha: \begin{cases} x_1 + x_2 - 2x_3 = 3 \\ x_1 - x_2 - 2x_4 = -1 \end{cases}; \quad v = (4; 0; -1; -1), \quad \beta: x_1 + x_2 = 1,$$

$$M(5; 2; -1; -1). \quad \gamma: x_1 - x_4 = 2.$$

### Примерный перечень тем докладов-презентаций по проблемным вопросам (3-й семестр)

1. Построение сингулярных базисов для линейного отображения унитарных пространств. Разложения линейных операторов унитарного пространства.
2. Понятие о полилинейной функции на векторном пространстве. Представление полилинейной функции в виде полилинейной формы в фиксированном базисе пространства
3. Симметрические формы и их связь с квадратичными формами. Теорема Кэли о представлении группы подстановками.
4. Конечномерные абелевы группы.
5. Характеристики представлений, их простейшие свойства.
6. Строение групп различных порядков.
7. Соотношения между корнями многочленов.
8. Разрешимость уравнений в радикалах.
9. Вычисление групп Галуа некоторых многочленов 3-ей степени.
10. Вычисление групп Галуа некоторых многочленов 4-ой степени.

11. Строение конечных полей из 8 и более элементов.
12. Нормальные расширения.
13. Представления конечных абелевых групп.

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

**Примерный перечень вопросов к экзамену (1-й семестр)**

- 1 Системы линейных уравнений: основные понятия
2. Элементарные преобразования над уравнениями СЛУ
3. Приведение СЛУ к ступенчатому виду
4. Исследование СЛУ ступенчатого вида
5. Арифметическое пространство строк. Свойства операций над строками
6. Линейная комбинация строк. Свойство транзитивности линейной комбинации
7. Линейная зависимость и независимость строк. Критерий линейной зависимости.
8. Ранг системы строк. Базис
9. Система линейных однородных уравнений. ФСР
10. Алгоритм нахождения ФСР
11. Связь между множеством решений неоднородной СЛУ и ассоциированной с ней однородной СЛУ
12. Алгоритм нахождения основной системы решений СЛУ
13. Теорема о равенстве ранга матрицы по строкам ее рангу по столбцам
14. Решение СЛУ методом Гаусса. Теорема Кронекера-Капелли
15. Сложение матриц. Умножение матрицы на число. Свойства
16. Умножение матриц. Свойства
17. Перестановки из  $n$  символов. Транспозиция.
18. Перестановки из  $n$  символов. Четность перестановок
19. Подстановки  $n$ -й степени
20. Определители  $n$ -го порядка. Вычисление определителей 2-го и 3-го порядков.
21. Свойства определителей  $n$ -го порядка.
22. Разложение определителя по строке или столбцу. Теорема Лапласа (примеры)
23. Определитель произведения нескольких матриц
24. Обратная матрица.
25. Теорема о существовании обратной матрицы
26. Решение СЛУ матричным способом
27. Теорема Крамера (вывод)
28. Ранг матрицы (теорема о ранге матрицы). Метод окаймляющих миноров
29. Ранг произведения матриц
30. Действия над множествами. Свойства
31. Отображения (основные определения). Композиция отображений. Ассоциативность композиции отображений
32. Отображения. Обратное отображение (доказать единственность обратного отображения; необходимое и достаточное условие существования обратного отображения)
33. Алгебраические системы. Gruppoид, моноид, группа
34. Алгебраические системы. Кольцо, поле
35. Построение поля комплексных чисел.
36. Алгебраическая запись комплексного числа. Свойства сопряжения, модуль комплексных чисел
37. Тригонометрическая форма записи комплексного числа. Умножение и деление комплексных чисел в тригонометрической форме.
38. Формула Муавра, извлечение корней из комплексных чисел
39. Корни из единицы, первообразные корни.

### Примерные билеты к экзамену (1-й семестр)

#### Билет №

1. Связь между множеством решений неоднородной СЛУ и ассоциированной с ней однородной СЛУ
2. Свойства определителей n-го порядка.
3. Найдите фундаментальную систему решений системы линейных однородных уравнений, ассоциированной к системе (1)

$$(1) \begin{cases} 2x_1 - x_2 - x_3 + x_4 = 4 \\ 3x_1 + 4x_2 - 2x_3 - x_4 = 11 \\ 3x_1 - 2x_2 + 4x_3 + 4x_4 = 11 \end{cases}$$

#### Билет №

1. Теорема Крамера
2. Линейная комбинация строк. Свойство транзитивности линейной комбинации

3. Найдите  $\sqrt[3]{z^n}$ , где  $z = \frac{\sqrt{3}i - 1}{1 - i}$ .

### Примерный перечень вопросов к экзамену (2-й семестр)

1. Кольцо многочленов от одной переменной.
2. Делимость многочленов. Алгоритм деления с остатком. Свойства делимости многочленов.
3. НОД двух многочленов. Алгоритм Евклида. Взаимно простые многочлены
4. НОД и НОК нескольких многочленов
5. Корни многочленов. Теорема Безу. Схема Горнера.
6. Алгебраическое решение уравнений третьей степени (формулы Кардано). Исследование формулы Кардано для уравнения с действительными коэффициентами.
7. Решение уравнений четвертой степени. Привести пример.
8. Отделение кратных корней многочлена. Алгоритм.
9. Основная теорема алгебры (формулировка). Доказать следствие об однозначности разложения многочлена на линейные множители в поле комплексных чисел.
10. Следствия из основной теоремы алгебры. Вывести формулы Виета соотношения между корнями многочленов. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
11. Векторное пространство: определение, линейная зависимость и независимость векторов, изоморфизм векторных пространств (определение)
12. Изоморфизм конечномерного векторного пространства n-мерному векторному пространству строк
13. Замена базиса и преобразование координат в конечномерном векторном пространстве
14. Сумма и пересечение подпространств векторного пространства. Теорема о размерности суммы и пересечения подпространств
15. Прямая сумма подпространств.
16. Евклидово и унитарное пространства. Свойство билинейности скалярного произведения в евклидовом пространстве. Свойство полуторалинейности скалярного произведения в унитарном пространстве.
17. Ортогональные системы векторов. Процесс ортогонализации Грамма-Шмидта.
18. Ортонормальный базис; алгоритм его построения. Скалярное произведение в ортонормированном базисе
19. Ортогональное дополнение к подпространству. Основная теорема об ортогональном дополнении к подпространству. Построение ортогонального дополнения

20. Ортогональная проекция и ортогональная составляющая на подпространство. Два алгоритма их построения
21. Линейные функции на векторном пространстве. Сопряженное с векторным пространство. Дуальный базис.
22. Линейный оператор. Ядро и образ линейного оператора (доказать, что это подпространства)
23. Линейный оператор. Алгоритмы нахождения базиса ядра и образа линейного оператора
24. Матрица линейного оператора. Каноническая форма матрицы ЛО
25. Пространство линейных отображений, алгебра линейных операторов.
26. невырожденное линейное отображение. Полная линейная группа невырожденных линейных операторов.
27. Изоморфизм пространства линейных отображений пространству прямоугольных матриц.
28. Изоморфизм алгебры (группы невырожденных) операторов алгебре (группе с ненулевым определителем) квадратных матриц.
29. Инвариантные подпространства линейных операторов, инвариантность образа и ядра операторного многочлена.
30. Прямая сумма линейных операторов.
31. Собственные векторы и собственные значения линейных операторов, собственные подпространства.
32. Диагонализируемые линейные операторы.
33. Характеристический многочлен квадратной матрицы (оператора).
34. Разложение пространства в прямую сумму инвариантных подпространств относительно оператора с помощью многочленов.
35. Корневые подпространства линейного оператора.
36. Теорема Гамильтона – Кэли.
37. Минимальный многочлен оператора.
38. Понятие о жордановой нормальной форме матрицы оператора.
39. Минимальный многочлен и ЖНФ матрицы оператора, критерий диагонализируемости оператора.

### Примерные билеты к экзамену (2-й семестр)

#### Билет №

1. Корни многочленов. Теорема Безу. Схема Горнера.
2. Изоморфизм конечномерного векторного пространства  $n$ -мерному векторному пространству строк
3. Ортогонализировать систему векторов  $v_1, v_2$  (\*\*) унитарного пространства  $C^3$

$$v_1 = (i; 1; -2i), \quad v_2 = (1; 1 + 2i; i). \quad (**)$$

#### Билет №

1. НОД и НОК нескольких многочленов
2. Ортонормальный базис; алгоритм его построения. Скалярное произведение в ортонормированном базисе
3. Найти наибольший общий делитель многочленов  $a(x)$  и  $b(x)$ , а затем выразить его линейно через  $a(x)$  и  $b(x)$ :

$$a(x) = x^4 + 4x^3 + 3x^2 + 8x + 2; \quad b(x) = x^3 - 2x^2 - 23x - 6;$$

### Примерный перечень вопросов к экзамену (3-й семестр)

1. Сопряженное отображение к линейному отображению унитарных (евклидовых) пространств, его существование и единственность.

2. Матрица сопряженного отображения в ортонормированных базисах.
3. Разложение унитарного (евклидова) пространства в прямую сумму ядра оператора и образа сопряженного оператора.
4. Теорема Шура для линейного оператора унитарного пространства.
5. Нормальный оператор унитарного пространства, существование для него ортонормированного базиса из собственных векторов.
6. Унитарный оператор унитарного пространства, критерии унитарности оператора.
7. Эрмитов оператор унитарного пространства, критерии.
8. Ортогональный и симметрический операторы евклидовых пространств, свойства.
9. Квадратичная форма, ее матрица и ранг. Изменение матрицы формы при линейном преобразовании переменных.
10. Приведение квадратичной формы методом Лагранжа к каноническому виду.
11. Нормальный вид квадратичных форм.
12. Закон инерции действительных квадратичных форм.
13. Распадающиеся квадратичные формы.
14. Положительно определенные квадратичные формы, критерий.
15. Приведение действительной квадратичной формы к каноническому виду с помощью ортогонального преобразования переменных.
16. Аффинное и евклидово точечное пространства, аффинные и декартовы координаты.
17. Плоскость в аффинном пространстве, параметрическое задание и задание системой точек в общем расположении.
18. Общие уравнения плоскостей в евклидовом точечном пространстве, взаимное расположение плоскостей.
19. Преобразования координат. Движения, их аналитическое задание.
20. Виды движений, их классификация.
21. Аффинные преобразования аффинных точечных пространств, геометрический смысл определителя аффинного преобразования.
22. Квадрики, их аффинная классификация.
23. Теоретико-групповая точка зрения на геометрию.
24. Циклические подгруппы и их подгруппы. Гомоморфизмы циклических групп.
25. Смежные классы по подгруппе, их свойства.
26. Нормальные подгруппы.
27. Фактор группы и их свойства.
28. Гомоморфизмы групп.
29. Прямое произведение групп.
30. Строение конечных абелевых групп.
31. Классификация коммутативных колец.
32. Идеалы колец и действия над ними.
33. Фактор кольца.
34. Кольца главных идеалов.
35. Характеристика поля. Расширение полей и их степень.
36. Конечные расширения полей.
37. Конечные поля, их существование.

### Примерные билеты к экзамену (3-й семестр)

#### Билет №

1. Нормальные подгруппы, их свойства.
2. Ортогональный и симметрический операторы евклидовых пространств, свойства
3. Найти матрицу сопряженного оператора к оператору  $F: R^2 \rightarrow R^2$  в базисе  $f_1, f_2$  пространства  $R^2$ , если  $[F]_f = F$ .  $F = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ ,  $f_1 = (1; -2)$ ,  $f_2 = (1; -1)$ .



### Билет №

1. Конечные расширения полей.
2. Сопряженное отображение к линейному отображению унитарных (евклидовых) пространств, его существование и единственность.
3. Привести комплексную квадратичную форму  $h$  к сумме квадратов и указать соответствующее невырожденное линейное преобразование переменных, если

$$4. h = x_1^2 + 3x_2^2 - 4x_1x_2.$$

5.

#### 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.

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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1 Учебная литература**

1. Кострикин, А.И. Введение в алгебру : учебник / А.И. Кострикин. - Москва : МЦНМО, 2009. - Ч. 1. Основы алгебры. - 273 с. - ISBN 978-5-94057-453-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63140>
2. Кострикин, А.И. Введение в алгебру : учебник / А.И. Кострикин. - Москва : МЦНМО, 2009. - Ч. 2. Линейная алгебра. - 368 с. - ISBN 978-5-94057-454-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63144>
3. Кострикин, А.И. Введение в алгебру. Часть 3. Основные структуры [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2001. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59284>
4. Сборник задач по алгебре : задачник / под ред. А.И. Кострикина. - Москва : МЦНМО, 2009. - 404 с. - ISBN 978-5-94057-413-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63274>
5. Винберг, Э.Б. Курс алгебры : учебник / Э.Б. Винберг. - Москва : МЦНМО, 2011. - 591 с. - ISBN 978-5-94057-685-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63299>
6. Курош, А. Г. Теория групп / А. Г. Курош. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 808 с. — ISBN 978-5-9221-1349-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59755>
7. Проскуряков, И.В. Сборник задач по линейной алгебре [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Проскуряков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/529>

### **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.prlib.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 (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, лабораторных занятий, в ходе которых студентами приобретаются и закрепляются основные практически навыки решения различных задач, в том числе с применением полученных теоретических знаний.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью процесса подготовки. Под самостоятельной работой понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирования умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности. СРС помогает формировать культуру мышления студентов, расширять познавательную деятельность.

Виды самостоятельной работы по курсу:

**а) по целям:** подготовка к лекциям, к практическим занятиям, к контрольной работе, к коллоквиуму; подготовка научного доклада и выполнение заданий по НИР.

**б) по характеру работы:** изучение литературы, конспекта лекций; поиск литературы в библиотеке; конспектирование рекомендуемой для самостоятельного изучения научной литературы; решение задач, тестов; работа с обучающими и контролирующими программами.

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. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

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	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Office; Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»)
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Office; Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»)

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возмож-

ностью 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)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>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)</p>	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.302)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>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)</p>	



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины  
**Алгебра** по направлению подготовки **01.03.01 Математика**,

Рабочая программа дисциплины «Алгебра» охватывает материал 3-х семестров.

Как известно, алгебра – фундамент для построения других математических курсов и поэтому её программа должна быть достаточно последовательной, содержательной и степень её абстрактности должна нарастать постепенно. Этот принцип соблюден в рецензируемой программе.

Первый семестр – введение в алгебру и в некоторых своих частях связан со школьным курсом математика. В нем рассматриваются: системы линейных уравнений, матрицы, определители, комплексные числа, отображение множеств, алгебраические системы.

Во втором семестре изучаются многочлены от одной и нескольких переменных, излагается теория конечномерных векторных пространств и их линейных отображений.

В третьем семестре рассматриваются линейные операторы евклидовых и унитарных пространств, билинейные и квадратичные формы, с помощью которых изучаются евклидовы и унитарные пространства, что позволяет рассмотреть некоторые утверждения многомерной геометрии, столь необходимые в дальнейшем для приложений. А также излагаются самые абстрактные темы: начала теории групп, элементы теории представлений групп, основы теории колец и полей, а также начала понятия о конечных полях.

Учитывая вышеизложенное, считаю, что рабочая программа профессора Н.А. Наумовой, соответствует государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению подготовки 01.03.01 Математика, и может быть рекомендована для высших учебных заведений.

Рецензент

доцент кафедры высшей математики  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
технологический университет»,  
кандидат педагогических наук, доцент

Пригодина А.Г.



*Пригодина А.Г.*  
начальник отдела  
кадров сотрудников  
*Руссу* Е.И. Руссу  
удостоверяю  
» 20 г.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины  
**Алгебра** по направлению подготовки **01.03.01 Математика**,  
подготовленную доктором техн.наук, профессором кафедры  
функционального анализа и алгебры Наумовой Н.А.

Название и содержание рабочей программы соответствует ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.01 «Математика» (квалификация (степень) «бакалавр»). Курс «Алгебра» рассчитан на три семестра.

В процессе обучения дисциплине вырабатываются общекультурные, обще профессиональные и профессиональные компетенции. Содержание материала невозможно глубоко освоить без активной самостоятельной работы студента, в связи с чем, должна вырабатываться способность к самоорганизации и самообразованию. После изучения дисциплины студенты приобретают готовность использовать фундаментальные знания в области алгебры в будущей профессиональной деятельности (ОПК-1). На протяжении всех трех семестров у студентов формируется способность уметь строго решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики (ПК-1). Кроме указанных компетенций при освоении материала вырабатывается общематематическая культура. В рабочей программе для каждого семестра приводится достаточно подробный список теоретических вопросов и всех типов практических заданий, которые студенты должны освоить в процессе изучения дисциплины.

Считаю, что рабочая программа дисциплины «Алгебра» соответствует государственным требованиям к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению 01.03.01 «Математика» (уровень бакалавриата).

Доцент кафедры математического  
моделирования Куб ГУ,  
канд. физ.– мат. наук, доцент

Марковский А.Н.