

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Кафедра высшей математики и методики преподавания математики



**ПРЕДТВЕРЖДАЮ:**

проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И. Скафа

«22» апреля 2020 г.

МП

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«АЛГЕБРА»**

Направление подготовки: 01.03.01 Математика

Профиль подготовки:

Образовательная программа: бакалавриат

Квалификация: Академический бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная  
нужное подчеркнуть

Донецк 2020

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан факультета математики  
и информационных технологий

И. А. Моисеенко

«16» апреля 2020 г.



Программа учебной дисциплины «Алгебра» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 01.03.01 Математика, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от 04 апреля 2016 г. № 281;

Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 01.03.01 Математика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Доцент кафедры высшей математики  
и методики преподавания математики

Л.И. Селякова

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры высшей математики и методики преподавания математики

Протокол № 12 от 09 апреля 2020 г.  
Заведующий кафедрой

Е.И. Скафа

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий  
Протокол № 8 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета

Л.И. Селякова

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Алгебра» относится к базовой части профессионального блока. Основывается на базе дисциплин «Алгебра», «Геометрия» в объеме курса, изучаемого в средней школе. Учебная дисциплина «Алгебра» формирует основу для освоения дисциплин: «Аналитическая геометрия»; «Математический анализ»; «Дискретная математика»; «Дифференциальные уравнения»; «Топология»; «Математическая логика»; «Комплексный анализ»; «Функциональный анализ»; «Теория вероятностей математическая статистика»; «Теория чисел».

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	01.03.01 Математика	
Профиль		
Образовательная программа	бакалавриат	
Квалификация	академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	3	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Базовая часть профессионального блока	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	3 модульных контроля, 1 зачет, 2 экзамена	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	10,5	
Год подготовки	1, 2	
Семестр	1, 2, 3	
Количество часов	378	
- лекционных	86 (36+32+18)	
- практических, семинарских	36	
- лабораторных	68 (36+32)	
- самостоятельной работы	188	
в т.ч. индивидуальное задание	78	
Недельное количество часов,	7,27	
в т.ч. аудиторных	4; 4; 3	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Цели** – формирование у студентов базовых знаний по алгебре, а также практических навыков использования алгебраического аппарата.

**Задачи** – формирование у студентов готовности применения:  
 основных методов алгебры решения теоретических и прикладных задач;  
 основных методов алгебры к построению и исследованию математических моделей реальных процессов, к решению задач элементарной математики;  
 языка современной алгебры для формулирования математических понятий и доказательства фактов;  
 общих свойств алгебраических структур к классификации в изучении общих и специальных математических курсов;  
 общих свойств алгебраических структур к изучению конкретных математических проблем.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины «Алгебра» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки 01.03.01 Математика и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 01.03.01 Математика:

**а) общекультурных (ОК):**

–способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия (ОК-5);

–способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

–способность использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности (ОПК-1);

–способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-2);

–способность к самостоятельной научно-исследовательской работе (ОПК-3);

–способность находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем (ОПК-4);

**в) профессиональных (ПК):**

**научно-исследовательская деятельность:**

–способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области (ПК-1);

–способность математически корректно ставить естественнонаучные задачи (ПК-2);

–способность строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата (ПК-3);

**производственно-технологическая деятельность:**

–способность использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач (ПК-5);

–способность передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления (ПК-6);

**педагогическая деятельность:**

–способность к организации учебной деятельности в конкретной предметной области (математика, физика, информатика) (ПК-9);

–способность к планированию и осуществлению педагогической деятельности с учетом специфики предметной области в образовательных организациях (ПК-10);

–способность к проведению методических и экспертных работ в области математики (ПК-11).

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

*знать фундаментальные основы алгебры, понятия в области алгебры и основные алгебраические алгоритмы:*

*алгебру матриц,*

*общую теорию систем линейных уравнений,*

*алгебру комплексных чисел,*

алгебру многочленов,  
теорию линейных и евклидовых пространств,  
теорию линейных операторов,  
теорию билинейных функций,  
основы теорий групп, колец и полей;

**уметь:**

доказывать основные теоремы алгебры, формулировать результат, видеть следствия полученного результата;

решать системы линейных уравнений,

вычислять определители,

использовать матричный аппарат для решения некоторых задач,

оперировать комплексными числами,

оперировать многочленами,

находить собственные векторы и собственные значения, канонический вид матриц линейных операторов,

приводить квадратичные формы к каноническому виду;

распознавать группы, кольца, поля;

**владеть:**

навыками доказывать утверждение, формулировать результат, видеть следствия полученного результата;

готовностью использовать фундаментальные знания в области алгебры в будущей профессиональной деятельности.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<b>Содержательный модуль 1</b>
<b>Тема 1. Системы линейных уравнений, метод Гаусса</b>	Линейные системы и их матрицы. Совместные (определенные, неопределенные) и несовместные системы. Элементарные преобразования систем и матриц. Приведение систем линейных уравнений и их матриц к ступенчатому виду. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Применение систем линейных уравнений к решению геометрических и алгебраических задач. Определители II и III порядков, их применение.
<b>Тема 2. Определители n-го порядка</b>	Перестановки из n чисел. Подстановки n-ой степени. Группа подстановок Определители n-го порядка, определение и свойства. Миноры, алгебраические дополнения. Теорема Лапласа. Методы вычисления определителей. Определитель Вандермонда. Правило Крамера решения систем линейных уравнений.
<b>Тема 3. Алгебра матриц</b>	Матрицы. Операции сложения матриц и умножения матрицы на число. Свойства операций. Операция умножения матриц. Свойства операции. Теорема об определителе произведения матриц. Обратная матрица, условия существования. Элементарные преобразования и элементарные матрицы, отыскание обратной матрицы при помощи элементарных преобразований. Решение матричных уравнений. Решение систем

	линейных уравнений.
<b>Тема 4. Комплексные числа</b>	<p>Поле комплексных чисел. Алгебраическая форма комплексных чисел, операция сопряжения, свойства.</p> <p>Тригонометрическая форма комплексного числа. Действия над числами в тригонометрической форме. Формула Муавра. Корни из комплексных чисел. Группа корней из 1, первообразные корни.</p> <p>Геометрическая интерпретация действий над комплексными числами, неравенства для модулей.</p>
<b>Тема 5. Многочлены от одной переменной</b>	<p>Кольцо многочленов от одной переменной, делимость с остатком. Свойства делимости многочленов. Наибольший общий делитель и алгоритм Евклида. Взаимно простые многочлены, критерий взаимной простоты.</p> <p>Корни многочленов. Теорема Безу, следствие. Кратные корни, условия существования. Схема Горнера. Основная теорема алгебры, следствия.</p> <p>Формулы Лагранжа, Виета, Тейлора. Применение в элементарной математике.</p> <p>Многочлены над полем действительных чисел, приводимость, рациональные корни. Поле рациональных дробей, разложение рациональных дробей в сумму простейших. Применение в элементарной математике.</p>
	<b>Содержательный модуль 2</b>
<b>Тема 6. Линейные пространства</b>	<p>Понятие линейного пространства, простейшие следствия из аксиом. Подпространства, линейные оболочки. Сумма и пересечение подпространств, прямая сумма.</p> <p>Линейная независимость и зависимость векторов, эквивалентные системы. Базис пространства, размерность, координаты векторов.</p> <p>Максимальные линейно независимые подсистемы, ранг системы векторов. Ранг матрицы, теорема о ранге матрицы.</p> <p>Связь между базисами пространства, преобразование координат. Размерность суммы подпространств. Изоморфизм пространств.</p> <p>Критерий совместности линейных систем. Однородные системы, базисные решения. Толкование подпространств, как решений однородных систем.</p>
<b>Тема 7. Евклидовы пространства</b>	<p>Евклидово и унитарное пространства. Скалярное произведение, связь с элементарной математикой. Длины векторов, угол между векторами, неравенство Коши-Буняковского. Процедура ортогонализации, ортонормированный базис.</p> <p>Изоморфизм евклидовых пространств. Разложение евклидова пространства в прямую сумму подпространства и его ортогонального дополнения. Ортогональная проекция вектора на подпространство, определитель Грамма. Метод наименьших квадратов.</p>
<b>Тема 8. Квадратичные формы</b>	<p>Линейные функционалы, сопряженные пространства. Билинейные формы, их матрицы. Квадратичные формы.</p> <p>Канонический вид квадратичных форм, метод Лагранжа.</p> <p>Метод Якоби построения канонического базиса. Положительно определенные квадратичные формы, критерий Сильвестра.</p> <p>Закон инерции квадратичных форм. Ранг квадратичных форм и ранг их матриц.</p> <p>Формы в унитарных пространствах, эрмитовы квадратичные формы.</p>
<b>Тема 9.</b>	Линейные операторы и их матрицы, простейшие свойства. Ядро и



<b>Линейные операторы</b>	<p>ранг линейного оператора.</p> <p>Операции над линейными операторами и матрицами. Связь между матрицами оператора в разных базисах, свойства подобных матриц.</p> <p>Инвариантные подпространства и диагональные матрицы. Характеристические матрицы и характеристические многочлены. Собственные векторы оператора. Условие диагонализации линейных операторов.</p> <p>Линейные операторы в евклидовом (унитарном) пространстве. Сопряженные операторы и их матрицы. Самосопряженные операторы, их диагонализация.</p> <p>Изометрические (ортогональные, унитарные) операторы, свойства. Существование собственного базиса для унитарных операторов.</p> <p>Приведение квадратичных форм к главным осям. Толкование некоторых геометрических преобразований (поворот на угол, симметрия), как линейных операторов, отыскание матриц таких преобразований в ортонормированном базисе.</p>
	<b>Содержательный модуль 3</b>
<b>Тема 10. Основные понятия теории групп.</b>	<p>Алгебраические операции, группы, полугруппы, моноиды.</p> <p>Изоморфизмы, теорема Келли. Подгруппы, системы образующих.</p> <p>Циклические подгруппы (конечные и бесконечные), и их описание с точностью до изоморфизма. Гомоморфизмы групп.</p>
<b>Тема 11. конструкции на группах. Основная теорема абелевых групп.</b>	<p>Смежные классы, теорема Лагранжа. Нормальные подгруппы, факторизация. Теорема о гомоморфизмах групп.</p> <p>Прямые суммы и прямые произведения групп. Разложение циклических групп в прямую сумму.</p> <p>Разложение групп в прямую сумму <math>r</math>-групп. Разложение <math>r</math>-групп в прямую сумму примарных циклических подгрупп.</p>
<b>Тема 12. Кольца и поля: основные понятия.</b>	<p>Кольца и поля, простейшие свойства. Идеалы колец, кольца главных идеалов, конгруэнции по модулю идеала. Теорема о гомоморфизмах колец. Прямые суммы колец. Факторизация по простому идеалу.</p> <p>Характеристика полей, простые поля. Поля Галуа. Алгебраические и трансцендентные расширения. Строение простых расширений.</p>

### Тематический план

Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов										
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения				
	в т.ч.						в т.ч.				
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа
<b>Тема 1.</b> Системы линейных уравнений, метод Гаусса.	23	4		6	8	5					
<b>Тема 2.</b> Группы, группа подстановок.	31	10		8	8	5					

Определители n-го порядка.												
<b>Тема 3.</b> Алгебра матриц.	26	8		6	8	4						
<b>Тема 4.</b> Комплексные числа.	22	6		6	6	4						
<b>Тема 5.</b> Многочлены от одной переменной.	34	8		10	8	8						
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	136	36		36	38	26						
<b>Тема 6.</b> Линейные пространства.	38	10		10	12	6						
<b>Тема 7.</b> Евклидовы пространства.	24	6		6	8	4						
<b>Тема 8.</b> Квадратичные формы.	30	8		8	8	6						
<b>Тема 9.</b> Линейные операторы.	32	8		8	10	6						
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	124	32		32	38	22						
<b>Тема 10.</b> Основные понятия теории групп.	28	6	10		10	10						
<b>Тема 11.</b> Конструкции на группах. Основная теорема абелевых групп.	34	6	12		12	10						
<b>Тема 12.</b> Кольца и поля: основные понятия.	38	6	14		12	10						
<b>Итого по содержательному модулю 3</b>	100	18	36		34	30						
<b>Всего по дисциплине</b>	378	86	36	68	110	78						

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Системы линейных уравнений, метод Гаусса.	4
2	Перестановки из $n$ чисел. Подстановки $n$ -ой степени. Группа подстановок	2
3	Определители $n$ -го порядка, определение и свойства.	2
4	Миноры, алгебраические дополнения. Теорема Лапласа.	2
5	Методы вычисления определителей. Определитель Вандермонда.	2
6	Правило Крамера решения систем линейных уравнений.	2
7	Матрицы. Операции сложения матриц и умножения матрицы на число. Свойства операций.	2



8	Операция умножения матриц. Свойства операции. Теорема об определителе произведения матриц. Обратная матрица, условия существования.	4
9	Элементарные преобразования и элементарные матрицы, отыскание обратной матрицы при помощи элементарных преобразований. Решение матричных уравнений. Решение систем линейных уравнений.	2
10	Поле комплексных чисел. Алгебраическая форма комплексных чисел, операция сопряжения, свойства.	2
11	Тригонометрическая форма комплексного числа. Действия над числами в тригонометрической форме. Формула Муавра. Корни из комплексных чисел. Группа корней из 1, первообразные корни. Геометрическая интерпретация действий над комплексными числами, неравенства для модулей.	4
12	Кольцо многочленов от одной переменной, делимость с остатком. Свойства делимости многочленов. Наибольший общий делитель и алгоритм Евклида. Взаимно простые многочлены, критерий взаимной простоты.	3
13	Корни многочленов. Теорема Безу, следствие. Кратные корни, условия существования. Схема Горнера. Основная теорема алгебры, следствия. Формулы Лагранжа, Виета, Тейлора. Применение в элементарной математике.	3
14	Многочлены над полем действительных чисел, приводимость, рациональные корни. Поле рациональных дробей, разложение рациональных дробей в сумму простейших. Применение в элементарной математике.	2
15	Понятие линейного пространства, простейшие следствия из аксиом. Подпространства, определение и критерий.	2
16	Линейная независимость и зависимость векторов, эквивалентные системы. Базис пространства, размерность, координаты векторов.	2
17	Максимальные линейно независимые подсистемы, ранг системы векторов. Ранг матрицы, теорема о ранге матрицы. Линейные оболочки. Сумма и пересечение подпространств, прямая сумма.	2
18	Связь между базисами пространства, преобразование координат. Размерность суммы подпространств. Изоморфизм пространств.	2
19	Критерий совместности линейных систем. Однородные системы, базисные решения. Толкование подпространств, как решений однородных систем.	2
20	Евклидово и унитарное пространства. Скалярное произведение, связь с элементарной математикой. Длины векторов, угол между векторами, неравенство Коши-Буняковского. Процедура ортогонализации, ортонормированный базис.	3
21	Изоморфизм евклидовых пространств. Разложение евклидова пространства в прямую сумму подпространства и его ортогонального дополнения. Ортогональная проекция вектора на подпространство, определитель Грамма. Метод наименьших квадратов.	3
22	Линейные функционалы, сопряженные пространства. Билинейные формы, их матрицы. Квадратичные формы. Канонический вид квадратичных форм, метод Лагранжа.	3
23	Метод Якоби построения канонического базиса. Положительно	2

	определенные квадратичные формы, критерий Сильвестра.	
24	Закон инерции квадратичных форм. Ранг квадратичных форм и ранг их матриц. Формы в унитарных пространствах, эрмитовы квадратичные формы.	3
25	Линейные операторы и их матрицы, простейшие свойства. Ядро и ранг линейного оператора. Операции над линейными операторами и матрицами. Связь между матрицами оператора в разных базисах, свойства подобных матриц.	2
26	Инвариантные подпространства и диагональные матрицы. Характеристические матрицы и характеристические многочлены. Собственные векторы оператора. Условие диагонализации линейных операторов.	2
27	Линейные операторы в евклидовом (унитарном) пространстве. Сопряженные операторы и их матрицы. Самосопряженные операторы, их диагонализация. Изометрические (ортогональные, унитарные) операторы, свойства. Существование собственного базиса для унитарных операторов.	2
28	Приведение квадратичных форм к главным осям. Толкование некоторых геометрических преобразований (поворот на угол, симметрия), как линейных операторов, отыскание матриц таких преобразований в ортонормированном базисе.	2
29	Алгебраические операции, группы, полугруппы, моноиды. Изоморфизмы, теорема Келли. Подгруппы, системы образующих.	3
30	Циклические подгруппы (конечные и бесконечные), и их описание с точностью до изоморфизма. Гомоморфизмы групп	3
31	Смежные классы, теорема Лагранжа. Нормальные подгруппы, факторизация. Теорема о гомоморфизмах групп.	2
32	Прямые суммы и прямые произведения групп. Разложение циклических групп в прямую сумму.	2
33	Разложение групп в прямую сумму $r$ -групп. Разложение $r$ -групп в прямую сумму примарных циклических подгрупп.	2
34	Кольца и поля, простейшие свойства. Идеалы колец, кольца главных идеалов, конгруэнции по модулю идеала. Теорема о гомоморфизмах колец. Прямые суммы колец. Факторизация по простому идеалу.	4
35	Характеристика полей, простые поля. Поля Галуа. Алгебраические и трансцендентные расширения. Строение простых расширений.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>86</b>

### Темы лабораторных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Системы линейных уравнений, метод Гаусса.	4
2	Перестановки из $n$ чисел. Подстановки $n$ -ой степени. Группа подстановок	2
3	Определители $n$ -го порядка, определение и свойства.	2
4	Миноры, алгебраические дополнения. Теорема Лапласа.	2

5	Методы вычисления определителей. Определитель Вандермонда.	2
6	Правило Крамера решения систем линейных уравнений.	2
7	Матрицы. Операции сложения матриц и умножения матрицы на число. Свойства операций.	2
8	Операция умножения матриц. Свойства операции. Теорема об определителе произведения матриц. Обратная матрица, условия существования.	4
9	Элементарные преобразования и элементарные матрицы, отыскание обратной матрицы при помощи элементарных преобразований. Решение матричных уравнений. Решение систем линейных уравнений.	2
10	Поле комплексных чисел. Алгебраическая форма комплексных чисел, операция сопряжения, свойства.	2
11	Тригонометрическая форма комплексного числа. Действия над числами в тригонометрической форме. Формула Муавра. Корни из комплексных чисел. Группа корней из 1, первообразные корни. Геометрическая интерпретация действий над комплексными числами, неравенства для модулей.	4
12	Кольцо многочленов от одной переменной, делимость с остатком. Свойства делимости многочленов. Наибольший общий делитель и алгоритм Евклида. Взаимно простые многочлены, критерий взаимной простоты.	3
13	Корни многочленов. Теорема Безу, следствие. Кратные корни, условия существования. Схема Горнера. Основная теорема алгебры, следствия. Формулы Лагранжа, Виета, Тейлора. Применение в элементарной математике.	3
14	Многочлены над полем действительных чисел, приводимость, рациональные корни. Поле рациональных дробей, разложение рациональных дробей в сумму простейших. Применение в элементарной математике.	2
15	Понятие линейного пространства, простейшие следствия из аксиом. Подпространства, определение и критерий.	2
16	Линейная независимость и зависимость векторов, эквивалентные системы. Базис пространства, размерность, координаты векторов.	2
17	Максимальные линейно независимые подсистемы, ранг системы векторов. Ранг матрицы, теорема о ранге матрицы. Линейные оболочки. Сумма и пересечение подпространств, прямая сумма.	2
18	Связь между базисами пространства, преобразование координат. Размерность суммы подпространств. Изоморфизм пространств.	2
19	Критерий совместности линейных систем. Однородные системы, базисные решения. Толкование подпространств, как решений однородных систем.	2
20	Евклидово и унитарное пространства. Скалярное произведение, связь с элементарной математикой. Длины векторов, угол между векторами, неравенство Коши-Буняковского. Процедура ортогонализации, ортонормированный базис.	3
21	Изоморфизм евклидовых пространств. Разложение евклидова пространства в прямую сумму подпространства и его ортогонального дополнения. Ортогональная проекция вектора на подпространство, определитель Грамма. Метод наименьших квадратов.	3

22	Линейные функционалы, сопряженные пространства. Билинейные формы, их матрицы. Квадратичные формы. Канонический вид квадратичных форм, метод Лагранжа.	3
23	Метод Якоби построения канонического базиса. Положительно определенные квадратичные формы, критерий Сильвестра.	2
24	Закон инерции квадратичных форм. Ранг квадратичных форм и ранг их матриц. Формы в унитарных пространствах, эрмитовы квадратичные формы.	3
25	Линейные операторы и их матрицы, простейшие свойства. Ядро и ранг линейного оператора. Операции над линейными операторами и матрицами. Связь между матрицами оператора в разных базисах, свойства подобных матриц.	2
26	Инвариантные подпространства и диагональные матрицы. Характеристические матрицы и характеристические многочлены. Собственные векторы оператора. Условие диагонализации линейных операторов.	2
27	Линейные операторы в евклидовом (унитарном) пространстве. Сопряженные операторы и их матрицы. Самосопряженные операторы, их диагонализация. Изометрические (ортогональные, унитарные) операторы, свойства. Существование собственного базиса для унитарных операторов.	2
28	Приведение квадратичных форм к главным осям. Толкование некоторых геометрических преобразований (поворот на угол, симметрия), как линейных операторов, отыскание матриц таких преобразований в ортонормированном базисе.	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>68</b>

### Темы практических занятий

<b>№ n/n</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Алгебраические операции, группы, полугруппы, моноиды. Изоморфизмы, теорема Келли. Подгруппы, системы образующих.	6
2	Циклические подгруппы (конечные и бесконечные), и их описание с точностью до изоморфизма. Гомоморфизмы групп	6
3	Смежные классы, теорема Лагранжа. Нормальные подгруппы, факторизация. Теорема о гомоморфизмах групп.	4
4	Прямые суммы и прямые произведения групп. Разложение циклических групп в прямую сумму.	4
5	Разложение групп в прямую сумму $r$ -групп. Разложение $r$ -групп в прямую сумму примарных циклических подгрупп.	4
6	Кольца и поля, простейшие свойства. Идеалы колец, кольца главных идеалов, конгруэнции по модулю идеала. Теорема о гомоморфизмах колец. Прямые суммы колец. Факторизация по простому идеалу.	8
7	Характеристика полей, простые поля. Поля Галуа. Алгебраические и трансцендентные расширения. Строение простых расширений.	4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>36</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов (соответственно данным в таблице тематического плана)

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	<b>Тема 1.</b> Системы линейных уравнений, метод Гаусса (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	8+5
2	<b>Тема 2.</b> Группы, группа подстановок. Определители n-го порядка (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	8+5
3	<b>Тема 3.</b> Алгебра матриц (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	8+4
4	<b>Тема 4.</b> Комплексные числа (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	6+4
5	<b>Тема 5.</b> Многочлены от одной переменной (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	8+8
6	<b>Тема 6.</b> Линейные пространства (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	12+6
7	<b>Тема 7.</b> Евклидовы пространства (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	8+4
8	<b>Тема 8.</b> Квадратичные формы (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	8+6
9	<b>Тема 9.</b> Линейные операторы (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	10+6
10	<b>Тема 10.</b> Основные понятия теории групп (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	10+10
11	<b>Тема 11.</b> Конструкции на группах. Основная теорема абелевых групп (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	12+10
12	<b>Тема 12.</b> Кольца и поля: основные понятия (изучение теоретического материала и решение дополнительных задач и упражнений+ выполнение индивидуальных заданий).	12+10
	<b>ВСЕГО</b>	<b>110+78=188</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

(содержатся в учебно-методических пособиях основной литературы)

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Системы линейных уравнений: основные понятия.
2. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений.
3. Перестановки  $n$ -ной степени. Инверсия в перестановке. Транспозиция в перестановке.
4. Подстановки  $n$ -ной степени. Четность подстановки. Умножение подстановок, группа подстановок.
5. Определение детерминантов. Свойства определителя.
6. Минор, дополнительный минор, алгебраическое дополнение. Теорема Лапласа.
7. Метод Крамера решения систем линейных уравнений.
8. Матрицы, операции сложения матриц и умножения матриц на число, свойства операций.
9. Умножение матриц, свойства операции.
10. Критерий обратимости матриц.
11. Алгебраическая форма записи комплексного числа. Равенство комплексных чисел в алгебраической форме записи. Алгебраические операции на множестве комплексных чисел в алгебраической форме.
12. Геометрическая интерпретация комплексных чисел. Тригонометрическая форма комплексного числа.
13. Произведение, частное комплексных чисел в тригонометрической форме. Формула Муавра; вычисление всех значений корня из комплексного числа. Свойства модуля и аргумента.
14. Корни из единицы, мультипликативная группа корней  $n$ -ой степени из единицы.
15. Операция сопряжения, ее свойства (с доказательством).
16. Определения группы, моноида, полугруппы, группоида.
17. Определение кольца, коммутативного кольца, кольца с единицей, поля.
18. Кольцо многочленов от одного неизвестного, делимость с остатком. Свойства делимости многочленов.
19. Наибольший общий делитель и алгоритм Евклида. Взаимно простые многочлены, критерий взаимной простоты.
20. Корни многочленов. Теорема Безу, следствие. Кратные корни, условия их существования.
21. Основная теорема алгебры, следствия.
22. Формулы Лагранжа, Виета, Тейлора. Применение в элементарной математике.
23. Многочлены над полем действительных чисел, приводимость, рациональные корни.
24. Понятие линейного пространства, простейшие следствия из аксиом.
25. Подпространства, линейные оболочки.
26. Сумма и пересечение подпространств, прямая сумма.
27. Линейная независимость и зависимость векторов, эквивалентные системы.
28. Базис пространства, размерность, координаты векторов.
29. Максимальные линейно независимые подсистемы, ранг системы векторов. Ранг матрицы, теорема о ранге матрицы.
30. Связь между базисами пространства, преобразование координат.
31. Изоморфизм пространств.
32. Критерий совместности линейных систем.
33. Однородные системы, базисные решения. Толкование подпространств, как решений однородных систем.
34. Евклидово пространство. Скалярное произведение, связь с элементарной математикой.
35. Длины векторов, угол между векторами, неравенство Коши-Буняковского.
36. Процедура ортогонализации, ортонормированный базис.

37. Ортогональная проекция вектора на подпространство, определитель Грамма. Метод наименьших квадратов.
38. Билинейные формы, их матрицы. Квадратичные формы.
39. Канонический вид квадратичных форм, метод Лагранжа.
40. Метод Якоби построения канонического базиса.
41. Положительно определенные квадратичные формы, критерий Сильвестра.
42. Закон инерции квадратичных форм. Ранг квадратичных форм и ранг их матриц.
43. Линейные операторы и их матрицы, простейшие свойства.
44. Ядро и ранг линейного оператора.
46. Собственные векторы оператора. Условие диагонализации линейных операторов.
47. Линейные операторы в евклидовом (унитарном) пространстве. Сопряженные операторы и их матрицы. Самосопряженные операторы, их диагонализация.
48. Приведение квадратичных форм к главным осям. Толкование некоторых геометрических преобразований (поворот на угол, симметрия), как линейных операторов, отыскание матриц таких преобразований в ортонормированном базисе.
49. Алгебраическая операция, группоид, полугруппа, моноид, группа.
50. Изоморфизм групп. Теорема Кэли.
51. Подгруппы: определение и критерий, примеры.
52. Циклические группы.
53. Изоморфизмы циклических групп; порядок элемента группы; конечная и бесконечная циклические группы
54. Левый и правый смежные классы; свойства смежных классов.
55. Теорема Лагранжа; индекс подгруппы в группе.
56. Нормальные подгруппы; критерий нормальности подгрупп.
57. Факторгруппа. Циклическость факторгруппы циклической группы
58. Гомоморфизмы групп, свойства гомоморфизмов.
59. Ядро гомоморфизма.
60. Теорема о гомоморфизмах групп.
61. Прямое произведение (прямая сумма) групп.
62. Критерии прямого произведения (прямой суммы) групп.
63. Примарные циклические группы. Теорема о примарных циклических группах.
64. Основная теорема теории конечных абелевых групп.
65. Определение и примеры колец. Простейшие свойства.
66. Определение и примеры полей.
67. Подкольцо и подполе, критерий подкольца и подполя.
68. Идеал, главный идеал; критерий идеала.
69. Изоморфизм и гомоморфизм кольца; ядро гомоморфизма.
70. Сравнение по модулю идеала, факторкольцо.
71. Теорема о гомоморфизмах колец.
72. Характеристика поля.
73. Простое поле; теорема о строении простых полей. Расширение полей.

## **9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ**

*(образец варианта и критерии оценивания)*

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки: 01.03.01 Математика

Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр **I**

Учебная дисциплина **Алгебра**



## МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Системы линейных уравнений, решение системы линейных уравнений. Эквивалентные системы. Элементарные преобразования систем линейных уравнений.
2. Критерий существования обратной матрицы.
3. Вычислить матрицу  $C^{-1}BC$ , если  $B = \begin{pmatrix} 17 & -6 \\ 35 & -12 \end{pmatrix}$ ,  $C = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 5 & 7 \end{pmatrix}$ .
4. Вычислить  $|M| = \begin{vmatrix} 0 & 3 & 5 & 0 \\ 0 & 5 & 4 & 0 \\ 7 & 7 & 6 & 4 \\ 4 & 2 & 2 & 3 \end{vmatrix}$ .
5. Докажите, что неопределенная система линейных уравнений имеет бесконечно много решений.

Утверждено на заседании кафедры математического анализа и дифференциальных уравнений, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
Преподаватель

Е.И. Скафа  
Л.И. Селякова

### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	10
2	10
3	10
4	10
5	10
<b>Всего</b>	<b>50</b>

### 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

(теоретические вопросы к экзамену, образец билета и критерии оценивания)

#### Теоретические вопросы к экзамену

1. Системы линейных уравнений: однородные, неоднородные, совместные, несовместные, определенные, неопределенные. Решение системы линейных уравнений.
2. Эквивалентные системы, элементарные преобразования систем линейных уравнений. Теорема об элементарных преобразованиях системы линейных уравнений.
3. Теорема о количестве решений неопределенной системы линейных уравнений.
4. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений.
5. Перестановки n-ной степени. Теорема о количестве всех перестановок n-ной степени.
6. Инверсия в перестановке. Четные и нечетные перестановки. Примеры.
7. Транспозиция в перестановке. Теорема о транспозиции в перестановке.
8. Подстановки n-ной степени. Четность подстановки. Теорема о количестве четных подстановок.
9. Умножение подстановок, группа подстановок.

10. Определение детерминантов 2-го, 3-го и произвольного порядков. Примеры.
11. Свойства определителя.
12. Минор, дополнительный минор, алгебраическое дополнение. Примеры.
13. Теорема Лапласа.
14. Теорема о сумме произведений элементов столбца (строки) определителя на алгебраические дополнения другого столбца (строки) этого определителя.
15. Метод Крамера решения систем линейных уравнений.
16. Матрицы, равные матрицы. Операции сложения матриц и умножения матриц на число, свойства операций.
17. Умножение матриц, свойства операции.
18. Теорема об определителе произведения матриц.
19. Критерий обратимости матриц.
20. Дистрибутивность умножения относительно сложения матриц.
21. Алгебраическая форма записи комплексного числа. Равенство комплексных чисел в алгебраической форме записи. Алгебраические операции на множестве комплексных чисел в алгебраической форме. Поле комплексных чисел.
22. Геометрическая интерпретация комплексных чисел. Тригонометрическая форма комплексного числа. Равенство комплексных чисел в тригонометрической форме записи. Связь тригонометрической и алгебраической форм записи комплексного числа.
23. Произведение, частное комплексных чисел в тригонометрической форме. Формула Муавра; вычисление всех значений корня из комплексного числа. Свойства модуля и аргумента.
24. Корни из единицы, мультипликативная группа корней  $n$ -ой степени из единицы.
25. Операция сопряжения, ее свойства (с доказательством).
26. Определения группы, моноида, полугруппы, группоида. Коммутативная группа. Примеры.
27. Единственность нейтрального и обратного к каждому элементов в группе.
28. Определение кольца, коммутативного кольца, кольца с единицей, поля. Примеры.
29. Свойства, вытекающие из аксиом кольца, с доказательством.
30. Делители нуля в кольце. Примеры. Доказать, что поле не содержит делителей нуля.
31. Кольцо многочленов от одного неизвестного, делимость с остатком. Свойства делимости многочленов.
32. Наибольший общий делитель и алгоритм Евклида. Взаимно простые многочлены, критерий взаимной простоты.
33. Корни многочленов. Теорема Безу, следствие. Кратные корни, условия существования.
34. Схема Горнера. Основная теорема алгебры, следствия.
35. Формулы Лагранжа, Виета, Тейлора. Применение в элементарной математике.
36. Многочлены над полем действительных чисел, приводимость, рациональные корни.
37. Поле рациональных дробей, разложение рациональных дробей в сумму простейших. Применение в элементарной математике.
38. Понятие линейного пространства, простейшие следствия из аксиом.
39. Подпространства, линейные оболочки. Сумма и пересечение подпространств, прямая сумма.
40. Линейная независимость и зависимость векторов, эквивалентные системы. Базис пространства, размерность, координаты векторов.
41. Максимальные линейно независимые подсистемы, ранг системы векторов. Ранг матрицы, теорема о ранге матрицы.
42. Связь между базисами пространства, преобразование координат. Размерность суммы подпространств. Изоморфизм пространств.
43. Критерий совместности линейных систем. Однородные системы, базисные решения. Толкование подпространств, как решений однородных систем.

44. Евклидово и унитарное пространства. Скалярное произведение, связь с элементарной математикой. Длины векторов, угол между векторами, неравенство Коши-Буняковского.

45. Процедура ортогонализации, ортонормированный базис.

53. Изоморфизм евклидовых пространств. Разложение евклидова пространства в прямую сумму подпространства и его ортогонального дополнения.

54. Ортогональная проекция вектора на подпространство, определитель Грамма. Метод наименьших квадратов.

46. Линейные функционалы, сопряженные пространства. Билинейные формы, их матрицы. Квадратичные формы.

47. Канонический вид квадратичных форм, метод Лагранжа.

48. Метод Якоби построения канонического базиса. Положительно определенные квадратичные формы, критерий Сильвестра.

49. Закон инерции квадратичных форм. Ранг квадратичных форм и ранг их матриц.

50. Формы в унитарных пространствах, эрмитовы квадратичные формы.

51. Линейные операторы и их матрицы, простейшие свойства. Ядро и ранг линейного оператора.

52. Операции над линейными операторами и матрицами. Связь между матрицами оператора в разных базисах, свойства подобных матриц.

53. Инвариантные подпространства и диагональные матрицы. Характеристические матрицы и характеристические многочлены. Собственные векторы оператора. Условие диагонализации линейных операторов.

54. Линейные операторы в евклидовом (унитарном) пространстве. Сопряженные операторы и их матрицы. Самосопряженные операторы, их диагонализация.

55. Изометрические (ортогональные, унитарные) операторы, свойства. Существование собственного базиса для унитарных операторов.

56. Приведение квадратичных форм к главным осям. Толкование некоторых геометрических преобразований (поворот на угол, симметрия), как линейных операторов, отыскание матриц таких преобразований в ортонормированном базисе.

57. Алгебраическая операция, группоид, полугруппа, моноид, группа. Определение и простейшие свойства группы. Примеры.

58. Изоморфизмы групп. Теорема Кэли.

59. Подгруппы: определение и критерий, примеры.

60. Теорема о пересечении подгрупп группы

61. Циклические группы, цикличность подгрупп циклических групп.

62. Изоморфизмы циклических групп; порядок элемента группы; конечная и бесконечная циклические группы

63. Левый и правый смежные классы; свойства смежных классов.

64. Теорема Лагранжа; индекс подгруппы в группе.

65. Нормальные подгруппы; критерий нормальности подгрупп.

66. Факторгруппа. Цикличность факторгруппы циклической группы

67. Гомоморфизмы групп, свойства гомоморфизмов.

68. Ядро гомоморфизма.

69. Теорема о гомоморфизмах групп.

70. Прямое произведение (прямая сумма) групп.

71. Критерии прямого произведения (прямой суммы) групп.

72. Примарные циклические группы. Теорема о примарных циклических группах.

73. Основная теорема теории конечных абелевых групп.

74. Определение и примеры колец. Простейшие свойства.

75. Определение и примеры полей.

76. Делители нуля, единицы (односторонние, двусторонние), идемпотенты.

77. Подкольцо и подполе, критерий подкольца и подполя.

78. Идеал, главный идеал; критерий идеала.  
 79. Теорема о том, что кольцо  $Z$  и кольцо  $R[x]$  являются кольцами главных идеалов.  
 80. Изоморфизм и гомоморфизм кольца; ядро гомоморфизма.  
 81. Сравнение по модулю идеала, факторкольцо.  
 82. Теорема о гомоморфизмах колец.  
 83. Характеристика поля.  
 84. Простое поле; теорема о строении простых полей. Расширение полей.

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки: **01.03.01 Математика**

Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр **2**

Учебная дисциплина **Алгебра**

**БИЛЕТ №1**

1. Понятие линейного пространства, простейшие следствия из аксиом (доказать 2-3 свойства).
2. Линейные операторы и их матрицы, простейшие свойства.
3. Показать, что множество  $U = \left\{ \begin{pmatrix} a-b & b-c \\ c & 0 \end{pmatrix} \mid a, b, c \in R \right\}$  является подпространством некоторого линейного пространства, найти базис и размерность.
4. Можно ли в пространстве всех многочленов от  $x$  над  $R$  степени не выше второй задать скалярное произведение формулой.
  - а)  $(f, g) = f(-1)g(0) + f(0)g(1) + f(1)g(-1)$ ;
  - б)  $(f, g) = f(0)g(0) + f(1)g(1) + f(2)g(2)$ ;
  - в)  $(f, g) = f(0)g(0) + f(1)g(1)$ ?
5. Могут ли линейно зависимые векторы отобразиться в линейно независимые векторы при действии некоторого линейного оператора. Доказать.

Утверждено на заседании кафедры высшей математики и методики преподавания математики, протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
Экзаменатор

Е.И. Скафа  
Л.И. Селякова

**Критерии оценивания экзамена**

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	10
2	10
3	10
4	10
5	10
<b>Всего</b>	<b>50</b>

**11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ** (не предусмотрено программой)

## 12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнения индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

*Распределение баллов, которые могут получить студенты  
в процессе изучения дисциплины*

Выполнение индивидуальных заданий	Модульный контроль	Всего
max 50 баллов	max 50 баллов	100 баллов

*Шкала соответствия баллов национальной шкале*

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и практические занятия проводятся в аудитории, оснащенной доской.

## 14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Курош, А. Г. Курс высшей алгебры : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Математика", "Прикладная математика" / А. Г. Курош. – 17-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 431 с.	96	
2.	Проскуряков, И. В. Сборник задач по линейной алгебре : учеб. пособие / И. В. Проскуряков. – Изд.	28	

	13-е. – Санкт-Петербург : Лань ; Москва, 2010. – 480 с.		
3.	Зыза, А. В. Алгебра: методика обучения студентов педагогических направлений [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. Ч. 1 / А. В. Зыза, А. М. Кизименко, Л. И. Селякова ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Кафедра высшей математики и методики преподавания математики. - Донецк : ДонНУ, 2018. - Электронные текстовые данные (1 файл).		+
4.	Селякова, Л. И. Алгебраические структуры в системе фундаментальной подготовки будущего учителя [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л. И. Селякова ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". - Донецк : ДонНУ, 2016. - Электронные данные (1 файл).		+
<b>Дополнительная литература</b>			
5.	Фаддеев Д. К. Лекции по алгебре: учеб. пособие для вузов, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в области естественнонауч., пед. и техн. наук / Д.К. Фаддеев. – Изд. 3-е, стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2007. – 415 с.	27	
6.	Фаддеев, Д. К. Задачи по высшей алгебре : учеб. пособие для студентов вузов, обучающ. по мат. специальностям / Д. К. Фаддеев, И. С. Соминский. – Изд. 17-е. – Санкт-Петербург : Лань, 2008. – 288 с.	28	

## 15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

(с указанием названия и полного электронного адреса)

1. Научная электронная библиотека «Elibrary» – <http://elibrary.ru/defaultx.asp>;
2. Электронно-библиотечная система Донецкого национального университета – <http://library.donnu.ru>;
3. Электронная библиотека - <http://www.mailcleanerplus.com/profit/elbib/obrlib.php>

## 16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614),
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений)

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры высшей математики и методики преподавания математики с изменениями (без изменений) на 20\_\_\_\_\_ г.

Протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_