

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»  
Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
С.А. Махновский  
«23» марта 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
ЕН.01 МАТЕМАТИКА**  
программы подготовки специалистов среднего звена  
по специальности СПО  
**15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного  
оборудования (по отраслям)**

Магнитогорск, 2017

**ОДОБРЕНО**

Предметной комиссией  
Математических и  
естественнонаучных дисциплин  
Председатель: Е.С. Корытникова  
Протокол №7 от 14 марта 2017 г.

Методической комиссией

Протокол №4 от 23 марта 2017 г.

**Разработчик**

Ю.Ф. Сивилькаева,  
преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Методические указания разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины «Математика».

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ .....</b>	<b>6</b>
Практическая работа № 1 .....	6
Практическая работа № 2 .....	8
Практическая работа № 3 .....	12
Практическая работа № 4 .....	15
Практическая работа № 5 .....	18
Практическая работа № 6 .....	20
Практическая работа № 7 .....	23
Практическая работа № 8 .....	27
Практическая работа № 9 .....	29
Практическая работа №10 .....	33
Практическая работа № 12 .....	39
Практическая работа № 13 .....	43
Практическая работа № 14 .....	46
Практическая работа № 15 .....	49
Практическая работа № 16 .....	54

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов составляют практические занятия.

Состав и содержание практических работ направлены на реализацию действующего федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование умений решать задачи по математике, необходимых в последующей учебной деятельности по математическим и общепрофессиональным дисциплинам.

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Математика» предусмотрено проведение практических занятий.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

- анализировать сложные функции и строить их графики;
- выполнять действия над комплексными числами;
- вычислять значения геометрических величин;
- производить операции над матрицами и определителями;
- решать задачи на вычисление вероятности с использованием элементов комбинаторики;
- решать прикладные задачи с использованием элементов дифференциального и интегрального исчисления;
- решать системы линейных уравнений различными методами.

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1. Руководить работами, связанными с применением грузоподъемных механизмов, при монтаже и ремонте промышленного оборудования.

ПК 1.3. Участвовать в пусконаладочных работах и испытаниях промышленного оборудования после ремонта и монтажа.

ПК 1.5. Составлять документацию для проведения работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования.

ПК 2.2 Выбирать методы регулировки и наладки промышленного оборудования в зависимости от внешних факторов;

ПК 2.4 Составлять документацию для проведения работ по эксплуатации промышленного оборудования;

ПК 3.4 Участвовать в анализе процесса и результатов работы подразделения, оценке экономической эффективности производственной деятельности.

А также формированию *общих компетенций*:

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

Выполнение студентами практических работ по учебной дисциплине «Математика» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

### Тема 1.1 Комплексные числа

#### Практическая работа № 1

### Алгебраическая форма комплексного числа. Действия над комплексными числами в алгебраической форме

**Цель работы:** Научиться выполнять действия над комплексными числами, записанными в алгебраической форме.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- записывать комплексные числа в алгебраической форме;

- выполнять действия над комплексными числами в алгебраической форме.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальные задания, конспекты лекций

**Задание:**

1. Даны комплексные числа :  $z_1=(-3;-5)$ ,  $z_2=(-7,2;7,2)$ ,  $z_3=(2;6)$ .

Записать эти числа в алгебраической форме.

2. Вычислить:

1)  $z_1 + z_2$ ;

2)  $z_2 - z_3$ ;

3)  $z_1/z_3$ ;

4)  $z_2 * z_3$ ;

5)  $z_1^5$ .

3. Вычислить:

$$\frac{1-3i}{i-2} + \frac{1+4i}{1+3i} + i^{13}$$

**Порядок выполнения работы:**

1. Запишите комплексные числа в алгебраической форме  
 $z = a + bi$

2. Выполните действия над комплексными числами в алгебраической форме, используя формулы:

$$z_1 + z_2 = (a_1 + a_2) + (b_1 + b_2)i$$

$$z_1 - z_2 = (a_1 - a_2) + (b_1 - b_2)i$$

$$z_1 \cdot z_2 = (a_1 a_2 - b_1 b_2) + (a_1 b_2 + a_2 b_1)i$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{a_1 a_2 + b_1 b_2}{a_2^2 + b_2^2} + \frac{a_2 b_1 - a_1 b_2}{a_2^2 + b_2^2} i$$

**Ход работы:**

1. Даны комплексные числа :  $z_1=(7;1)$ ,  $z_2=(-1,5;1,5)$ ,  $z_3=(4;-3)$ .

Записать эти числа в алгебраической форме.

Решение:

Т.к. алгебраическая форма комплексного числа имеет вид  $z=x+iy$ , то

$$z_1 = 7 + i; \quad z_2 = -1,5 + 1,5i; \quad z_3 = 4 - 3i$$

2. Выполнить действия в алгебраической форме:

- 1)  $z_1 + z_2$ ;
- 2)  $z_2 - z_3$ ;
- 3)  $z_1 / z_3$ ;
- 4)  $z_2 \cdot z_3$ ;
- 5)  $z_1^5$ .

Решение:

1)  $z_1 + z_2 = (7-1,5) + (1+1,5)i = 5,5 + 2,5i$ ;

2)  $z_2 - z_3 = (7-4) + (1+3)i = 3 + 4i$ ;

3)  $\frac{z_1}{z_3} = \frac{7+i}{4-3i} = \frac{(7+i)(4+3i)}{(4-3i)(4+3i)} = \frac{28+21i+4i+3i^2}{16-(3i)^2} = \frac{28+25i-3}{16+9} = \frac{25+25i}{25} = 1+i$

4)  $z_2 \cdot z_3 = (-1,5+1,5i)(4-3i) = -6+4,5i+6i-4,5i^2 = -6+10,5i+4,5 = -2,5+10,5i$

;

5)

$z_1^5 =$

$(7+i)^5 = ((7+i)^2)^2 (7+i) = (49+14i+i^2)^2 (7+i) = (48+14i)^2 (7+i) =$

$(2304+1344i+196i^2)(7+i) =$

$= (2108+1344i)(7+i) = 14756+2108i+9408i+1344i^2 = 13412+11516i$

3. Вычислить:

$$\frac{1+3i}{i-3} + \frac{4-5i}{1+3i} - i^8$$

Решение:

$$\frac{1+3i}{i-3} + \frac{4-5i}{1+3i} - i^8 = -2,1 - 2,8i$$

$$1) \frac{1+3i}{i-3} = \frac{(1+3i)(-3-i)}{(-3+i)(-3-i)} = \frac{-3-i-9i-3i^2}{(-3)^2-i^2} = \frac{-10i}{10} = -i;$$

$$2) \frac{4-5i}{1+3i} = \frac{(4-5i)(1-3i)}{(1+3i)(1-3i)} = \frac{4-12i-5i+15i^2}{1-(3i)^2} = \frac{-11-17i}{10} = -1,1-1,7i$$

$$3) i^8 = (i^2)^4 = (-1)^4 = 1$$

$$4) -i + (-1,1-1,7i) - 1 = -i - 1,1 - 1,7i - 1 = -2,1 - 2,8i$$

**Форма представления результата:** выполненная работа.

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

## Тема 1.1 Комплексные числа Практическая работа № 2

### Переход от одной формы комплексных чисел к другой. Действия с комплексными числами в тригонометрической форме

**Цель работы:** Научиться переводить комплексные числа из алгебраической формы в тригонометрическую и обратно.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- находить модуль и аргумент комплексного числа;
- переводить комплексные числа из одной формы в другую.

**Материальное обеспечение:** Индивидуальные задания, конспекты лекций, четырехзначные математические таблицы Брадиса, калькуляторы.

**Задание:**

Даны комплексные числа :  $z_1=(-3;-5)$ ,  $z_2=(-7,2;7,2)$ ,  $z_3=(2;6)$ .

1. Записать числа  $z_1$ ,  $z_2$  и  $z_3$  в тригонометрической форме.
2. Вычислить:

$$\frac{z_1}{z_2},$$

$$\frac{z_2}{z_3},$$

$$z_2 * z_3;$$

$$z_1^5.$$

3. Извлечь квадратный корень из числа  $z_2$ .
4. Выполните действия и запишите результат в алгебраической форме:

$$\text{a) } \left(3 \cdot \left(\cos \frac{5\pi}{4} + i \sin \frac{5\pi}{4}\right)\right)^2 \quad \text{b) } \frac{24(\cos 75^\circ + i \sin 75^\circ)}{3(\cos 30^\circ + i \sin 30^\circ)}$$

**Краткие теоретические сведения:**

Алгоритм перехода от алгебраической формы к тригонометрической:

Пусть комплексное число задано в алгебраической форме  $z = a + bi$ .

1) Модуль  $r = |z|$  однозначно определяется по формуле  $r = \sqrt{a^2 + b^2}$ .

2) Аргумент  $\varphi$  определяется из формул  $\cos \varphi = \frac{a}{r}$ ,  $\sin \varphi = \frac{b}{r}$ .

Значения аргумента комплексного числа можно находить и так:

- Определить, в какой четверти находится точка (использовать геометрическую интерпретацию числа)  $z = a + bi$

- Решив уравнение  $tg \varphi = \frac{b}{a}$ , получаем, что

$\arg z = \varphi = \operatorname{arctg} \frac{b}{a}$  для внутренних точек 1 и 4 четвертей,

$\arg z = \varphi = \operatorname{arctg} \frac{b}{a}$  для внутренних точек 2 четверти,

$\arg z = \varphi = \operatorname{arctg} \frac{b}{a} - \pi$  для внутренних

точек 3 четверти.

Если точка  $z$  лежит на действительной или мнимой оси, то  $\arg z$  можно найти непосредственно.

3) Найдя модуль и аргумент комплексного числа, его можно записать в тригонометрической или показательной форме  $z = r(\cos\varphi + i \sin\varphi)$  или  $z = re^{i\varphi}$ .

**Порядок выполнения работы:**

1. Запишите комплексные числа в тригонометрической форме, используя алгоритм.

2. Выполните действия в тригонометрической форме, используя правила:

$$z_1 \cdot z_2 = r_1 \cdot r_2 (\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2))$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{r_1}{r_2} (\cos(\varphi_1 - \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 - \varphi_2))$$

$$z^n = r^n (\cos n\varphi + i \sin n\varphi)$$

Для извлечения корня n-й степени из комплексного числа  $z=r \cdot (\cos\varphi + i \sin\varphi)$  используется формула :

$$\omega_k = \sqrt[n]{r} \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right), \quad \text{где } \sqrt[n]{r} - \text{ арифметический}$$

корень,  $k=0, 1, 2, \dots, n-1$ .

**Ход работы:**

Даны комплексные числа:  $z_1=(7;1)$ ,  $z_2=(-1,5;1,5)$ ,  $z_3=(4;-3)$ .

1. Записать числа  $z_1$ ,  $z_2$  и  $z_3$  в тригонометрической форме.

Решение:

1)  $z_1 = 7 + i$

$$|z_1| = \sqrt{49 + 1} = \sqrt{50} = 5\sqrt{2}$$

Число находится в первой четверти, значит  $\varphi = \text{arctg} \frac{y}{x}$

$$= \text{arctg} \frac{1}{7} = \text{arctg} 0,1429.$$

Находим значение арктангенса по таблице Брадиса  $\varphi = 8^\circ 8'$ .

$$z_1 = 7 + i = 5\sqrt{2} (\cos 8^\circ 8' + i \sin 8^\circ 8')$$

2)  $z_2 = -1,5 + 1,5i$

$$|z_2| = \sqrt{(-1,5)^2 + 1,5^2} = \sqrt{2,25 + 2,25} = \sqrt{4,5} = \frac{3\sqrt{2}}{2} \approx 2,1$$

Число находится во второй четверти, значит  $\varphi = \operatorname{arg}z = \operatorname{arctg} \frac{y}{x} + \pi$

$$\varphi = \operatorname{arctg} \left( \frac{1,5}{-1,5} \right) + \pi = -\frac{\pi}{4} + \pi = \frac{3\pi}{4}$$

$$z_2 = -1,5 + 1,5i = \frac{3\sqrt{2}}{2} \left( \cos \frac{3\pi}{4} + i \sin \frac{3\pi}{4} \right);$$

3)  $z_3 = 4 - 3i$

$$|z_3| = \sqrt{16 + 9} = 5$$

Число находится в четвертой четверти, значит  $\varphi = \operatorname{arg}z = \operatorname{arctg} \frac{y}{x}$

$$\varphi = \operatorname{arctg} \left( \frac{-3}{4} \right) = -\operatorname{arctg} 0,75 = -36^\circ 52'$$

$$z_3 = 4 - 3i = 5(\cos(-36^\circ 52') + i \sin(-36^\circ 52'))$$

4. Извлечь квадратный корень из числа  $z_2$ .

*Решение:*

$$z_2 = -1,5 + 1,5i = \frac{3\sqrt{2}}{2} \left( \cos \frac{3\pi}{4} + i \sin \frac{3\pi}{4} \right)$$

Вспользуемся формулой:

$$\omega_k = \sqrt[n]{r} \left( \cos \frac{\varphi + 2\pi k}{n} + i \sin \frac{\varphi + 2\pi k}{n} \right)$$

В нашем примере  $n=2$ .

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{3\sqrt{2}}{2}} \left( \cos \frac{\frac{3\pi}{4} + 0}{2} + i \sin \frac{\frac{3\pi}{4} + 0}{2} \right) \approx \sqrt{2,1} \left( \cos \frac{3\pi}{8} + i \sin \frac{3\pi}{8} \right)$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{3\sqrt{2}}{2}} \left( \cos \frac{\frac{3\pi}{4} + 2\pi}{2} + i \sin \frac{\frac{3\pi}{4} + 2\pi}{2} \right) \approx \sqrt{2,1} \left( \cos \frac{11\pi}{8} + i \sin \frac{11\pi}{8} \right).$$

**Форма представления результата:** выполненная работа.

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в

ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

## Тема 2.1 Производная функции и ее приложения

### Практическая работа № 3

### Дифференцирование сложных функций

**Цель работы:** Научиться находить производные сложных функций.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- находить производные функций, используя правила дифференцирования и таблицу производных;
- находить производные сложных функций.

**Материальное обеспечение:** Индивидуальные задания, таблица производных, конспекты лекций.

**Задание:**

**Найти производные функций**

1.  $y = (5x^3 - 2x)^6$
2.  $f(x) = 3 \sin(2x - \frac{\pi}{4})$
3.  $f(x) = \arcsin 4x + \arccos^2 x$
4.  $f(x) = \log_5(7x^4 - 5x^3 + 1)$
5.  $f(x) = \ln \sqrt{\frac{1+\cos x}{1-\cos x}}$

**Порядок выполнения работы:**

1. Определить вид функции. Ввести промежуточный аргумент.
2. Определить, какими правилами дифференцирования нужно воспользоваться. Применить соответствующее правило.
3. Используя таблицу производных, найти производные функций.

4. Раскрыть скобки и привести подобные, если это упростит запись функции.

**Ход работы:**

Найти производные функций:

1.  $g(x) = (1 - 4x^2)^{10}$

Функция является сложной степенной. Введем промежуточный аргумент  $u = 1 - 4x^2$ . Для дифференцирования нужно воспользоваться формулой  $(u^n)' = nu^{n-1} \cdot u'$   
 $y = 10(1 - 4x^2)^9 \cdot (1 - 4x^2)' = 10(1 - 4x^2)^9(-8x) = -80x(1 - 4x^2)^9$

2.  $f(x) = \sin \frac{1}{2}x \cdot \cos 2x$

Функция представляет собой произведение двух сложных тригонометрических функций. Поэтому сначала воспользуемся правилом дифференцирования  $(U \cdot V)' = U'V + UV'$

$$f'(x) = (\sin \frac{1}{2}x \cdot \cos 2x)' = (\sin \frac{1}{2}x)' \cos 2x + \sin \frac{1}{2}x (\cos 2x)'$$

Введем промежуточный аргумент : для первой функции  $u = \frac{1}{2}x$ , для второй функции  $u = 2x$ .

При дифференцировании используем следующие формулы:  
 $(\sin u)' = \cos u \cdot u'$ ,  $(\cos u)' = -\sin u \cdot u'$ .

$$\begin{aligned} f'(x) &= (\sin \frac{1}{2}x \cdot \cos 2x)' = (\sin \frac{1}{2}x)' \cos 2x + \sin \frac{1}{2}x (\cos 2x)' \\ &= \cos \frac{1}{2}x \cdot (\frac{1}{2}x)' \cdot \cos 2x + \sin \frac{1}{2}x \cdot (-\sin 2x) \cdot (2x)' \\ &= \frac{1}{2} \cos \frac{1}{2}x \cdot \cos 2x - 2 \sin \frac{1}{2}x \cdot \sin 2x. \end{aligned}$$

3.  $y = \frac{2^{3x+5x^2}}{\log_2(3+10x)}$

Функция представляет собой частное двух сложных функций. Поэтому сначала воспользуемся правилом дифференцирования

$$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u'v - uv'}{v^2}$$

$$y' = \frac{(2^{3x+5x^2})' \cdot \log_2(3+10x) - 2^{3x+5x^2} \cdot (\log_2(3+10x))'}{(\log_2(3+10x))^2}$$

Введем промежуточный аргумент : для первой функции  $u = 3x + 5x^2$ , для второй функции  $u = 3 + 10x$ .

При дифференцировании используем следующие формулы:  
 $(a^u)' = a^u \ln a \cdot u'$ ,  $(\log_a u)' = \frac{1}{u \ln a} \cdot u'$ .

$$\begin{aligned} y' &= \frac{(2^{3x+5x^2})' \cdot \log_2(3+10x) - 2^{3x+5x^2} \cdot (\log_2(3+10x))'}{(\log_2(3+10x))^2} \\ &= \frac{2^{3x+5x^2} \ln 2 (3x+5x^2)' \log_2(3+10x) - 2^{3x+5x^2} \cdot \frac{1}{(3+10x) \ln 2} (3+10x)'}{(\log_2(3+10x))^2} \\ &= \frac{2^{3x+5x^2} \ln 2 (3+10x) \log_2(3+10x) - 2^{3x+5x^2} \cdot \frac{10}{(3+10x) \ln 2}}{(\log_2(3+10x))^2} \end{aligned}$$

$$4. f(x) = \arcsin \frac{3}{5}x + \arccos 5x$$

Функция представляет собой сумму двух сложных обратных тригонометрических функций. Поэтому сначала воспользуемся правилом дифференцирования  $(U+V)' = U' + V'$ .

$$f'(x) = \left( \arcsin \frac{3}{5}x \right)' + (\arccos 5x)'$$

Введем промежуточный аргумент : для первой функции  $u = \frac{3}{5}x$ , для второй функции  $u = 5x$ .

При дифференцировании используем следующие формулы:  
 $(\arcsin u)' = \frac{u'}{\sqrt{1-u^2}}$ ;  $(\arccos u)' = -\frac{u'}{\sqrt{1-u^2}}$

$$\begin{aligned} f'(x) &= \left( \arcsin \frac{3}{5}x \right)' + (\arccos 5x)' = \\ &= \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{3}{5}x\right)^2}} \left( \frac{3}{5}x \right)' - \frac{1}{\sqrt{1-(5x)^2}} (5x)' = \frac{3}{5 \sqrt{1-\frac{9}{25}x^2}} - \frac{5}{\sqrt{1-25x^2}} \end{aligned}$$

$$5. f(x) = \arccos \sqrt{1 - e^{2x}}$$

Функция является сложной обратной тригонометрической. Введем промежуточный аргумент  $u = \sqrt{1 - e^{2x}}$ . Для дифференцирования нужно воспользоваться формулой  $(\arccos u)' = -\frac{u'}{\sqrt{1-u^2}}$ .

$$f'(x) = (\arccos\sqrt{1 - e^{2x}})' = -\frac{1}{\sqrt{1 - (1 - e^{2x})}} \cdot (\sqrt{1 - e^{2x}})'$$

Промежуточный аргумент является также сложной функцией. Введем и для него новый промежуточный аргумент  $u = 1 - e^{2x}$

Для дифференцирования нужно воспользоваться формулой

$$(\sqrt{u})' = \frac{u'}{2\sqrt{u}}$$

$$f'(x) = (\arccos\sqrt{1 - e^{2x}})' = -\frac{1}{\sqrt{1 - (1 - e^{2x})}} \cdot (\sqrt{1 - e^{2x}})' =$$

$$-\frac{1}{\sqrt{1 - 1 + e^{2x}}} \cdot \frac{1}{2\sqrt{1 - e^{2x}}} \cdot (1 - e^{2x})' = -\frac{1}{e^x} \frac{1}{2\sqrt{1 - e^{2x}}} (-2e^x) = \frac{1}{\sqrt{1 - e^{2x}}}$$

**Форма представления результата:** выполненная работа.

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

## Тема 2.1 Производная функции и ее приложения

### Практическая работа № 4

#### Применение производной к исследованию функций

**Цель работы:** Научиться исследовать функции с помощью производной и строить графики.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

-определять промежутки монотонности функций с помощью производной;

- находить экстремумы функции;
- проводить исследование функции по общей схеме;
- строить графики функций, используя проведенное исследование.

**Материальное обеспечение:** Индивидуальные задания, таблица производных, конспекты лекций.

**Задание:**

Исследовать функцию и построить ее график:

1)  $f(x) = x^3 - 12x$ ;

2)  $f(x) = \frac{x^3}{3-x^2}$ .

**Краткие теоретические сведения:**

Алгоритм исследования функции на монотонность и экстремумы:

- 1) Найти производную функции.
- 2) Найти критические точки.
- 3) Отметить критические точки на числовой прямой и определить знак производной на каждом интервале.
- 4) Записать интервалы, на которых функция возрастает  $f'(x) > 0$  и убывает  $f'(x) < 0$ .
- 5) Выписать точки экстремума и вычислить значения функции в них.

Алгоритм исследования функции на выпуклость и точки перегиба:

- 1) Найти вторую производную.
- 2) Найти точки, в которых вторая производная равна нулю или не существует.
- 3) Отметить эти точки на числовой прямой и определить знак второй производной на каждом интервале.
- 4) Если  $f''(x) > 0$ , то график выпуклый вниз. Если  $f''(x) < 0$ , то график выпуклый вверх.
- 5) Вычислить значения функции в точках перегиба.

Асимптоты могут быть вертикальными, горизонтальными и наклонными.

Если  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$ , то прямая  $x = a$  является вертикальной асимптотой.

Уравнение наклонной асимптоты будем искать в виде  $y = kx + b$

**Порядок выполнения работы:**

1. Запишите функцию.
2. Используя общую схему, исследуйте функцию.
3. По результатам исследования постройте график функции

**Ход работы:**

1. Найти область определения функции.
2. Найти (если это не вызывает затруднения) точки пересечения графика с осями координат.
3. Найти интервалы знакопостоянства функции .
4. Выяснить, является ли функция четной, нечетной или общего вида.
5. Найти асимптоты графика функции.
6. Найти интервалы монотонности функции.
7. Найти экстремумы функции.
8. Найти интервалы выпуклости и точки перегиба графика функции.
9. Построить график функции.

Исследовать функцию  $y = x^3 - 6x^2 + 9x - 3$  и построить график.

-функция определена на всей числовой прямой:  $D(x): x \in (-\infty; \infty)$

-данная функция не является ни четной, ни нечетной:

$$y(-x) = (-x)^3 - 6(-x)^2 + 9(-x) - 3 = -x^3 - 6x^2 - 9x - 3 = -(x^3 + 6x^2 + 9x + 3) \neq -y(x)$$

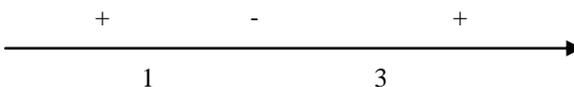
-найдем точку пересечения графика с осью  $O_y$ , полагая  $x = 0$ , получим  $y = -3$  точки пересечения графика с осью  $O_x$  в данном случае найти затруднительно.

-найдем производную:  $y' = (x^3 - 6x^2 + 9x - 3) = 3x^2 - 12x + 9$

-найдем критические точки, для этого  $y' = 0$ , т.е  $3x^2 - 12x + 9 = 0$

$$x^2 - 4x + 3 = 0; x_1 = 1; x_2 = 3$$

-исследуем функцию на монотонность



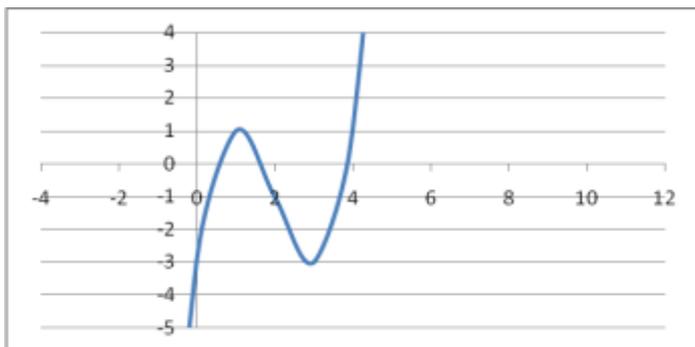
$(-\infty; 1)$  и  $(3; \infty)$  график функции возрастает,  $(1; 3)$ -убывает

-исследуем функцию на экстремум:

$$y(1) = 1 - 6 + 9 - 3 = 1; A(1; 1) \text{ точка max}$$

$$y(3) = 27 - 54 + 27 - 3 = -3; B(3; -3) \text{ точка min}$$

-используя полученные данные строим искомый график.



**Форма представления результата:**

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

**Тема 2.2 Интеграл и его приложения**  
**Практическая работа № 5**  
**Нахождение неопределенных интегралов**

**Цель работы:** Научиться интегрировать функции, используя методы подстановки и непосредственного интегрирования.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- преобразовывать подынтегральные выражения к табличному виду;

- находить неопределенные интегралы с помощью подстановки.

**Материальное обеспечение:** Индивидуальные задания, таблица интегралов, конспекты лекций, учебники.

**Задание:**

1.  $\int (5x^4 - 3x^2 + 2x - 1) dx$

2.  $\int \frac{3x^4 + 2x^2 - 3x + 7}{x^2} dx$

3.  $\int \cos(3x - 5) dx$

4.  $\int 3^{4x^2} x dx$

5.  $\int \frac{4dx}{25 + 16x^2}$

**Краткие теоретические сведения:**

Функция  $F(x)$  называется первообразной для функции  $y = f(x)$  в промежутке  $[a; b]$ , если в любой точке этого промежутка её производная равна  $f(x)$ .

Отыскание первообразной функции по заданной её производной  $f(x)$  или по дифференциалу  $f(x) dx$  есть действие, обратное дифференцированию - интегрирование.

При нахождении неопределенных интегралов используют свойства интегралов и таблицу.

**Порядок выполнения работы:**

1. Записать задание и определить, каким из методов интегрирования необходимо воспользоваться.

2. Если интеграл можно найти методом непосредственного интегрирования, то, используя свойства интегралов, привести интеграл к табличным формулам. Проинтегрировать.

3. Если интеграл можно найти методом подстановки, то ввести новую переменную, найти ее дифференциал. После введения новой переменной заданный интеграл приводится к новому интегралу, который является табличным.

4. Найти полученный интеграл. В случае неопределенного интеграла вернуться к старой переменной.

**Ход работы:**

Рассмотрим примеры:

$$\int \left( 2x^3 - 6x^2 - 4x + \frac{4}{x^2} - 9 \right) dx = \frac{2x^4}{4} - \frac{6x^3}{3} - \frac{4x^2}{2} + \frac{4x^{-1}}{-1} - 9x + C = \frac{1}{2}x^4 - 2x^3 - 2x^2 - \frac{4}{x} - 9x + C$$

1)

$$\int \frac{15x^2 dx}{(1-x^3)^4} = \left[ \begin{array}{l} 1-x^3 = t \\ d(1-x^3) = dt \\ -3x^2 dx = dt \\ x^2 dx = -\frac{dt}{3} \end{array} \right] = \int \frac{15dt}{-3t^4} = -5 \int t^{-4} dt =$$

$$-5 \frac{t^{-3}}{-3} + C = \frac{5}{3t^3} + C = \frac{5}{3(1-x^3)^3} + C$$

2)

**Форма представления результата:** выполненная работа.

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

## Тема 2.2 Интеграл и его приложения

### Практическая работа № 6

#### Вычисление определенных интегралов

**Цель работы:** Научиться вычислять определенные интегралы, используя методы подстановки и непосредственного интегрирования.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- находить значения определенных интегралов непосредственно;

- вычислять значения определенных интегралов с помощью подстановки.

**Материальное обеспечение:** Индивидуальные задания, таблица интегралов, конспекты лекций, учебники.

**Задание:**

а)  $\int_{-1}^2 (4x^3 + 3x^2 + 2x + 1)dx$

б)  $\int_0^{\sqrt{2}} \frac{dx}{2\sqrt{1-x^2}}$

в)  $\int_{\frac{\pi}{3}}^{\pi} \frac{dx}{\sin^2 \frac{x}{3}}$

г)  $\int_2^4 \frac{3x dx}{(x^2-1)^3}$

д)  $\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \sin^3 x \cdot \cos x dx$

**Порядок выполнения работы:**

1. Записать задание и определить, каким из методов интегрирования необходимо воспользоваться.

2. Если интеграл можно найти методом непосредственного интегрирования, то, используя свойства интегралов, привести интеграл к табличным формулам. Проинтегрировать.

3. Если интеграл можно найти методом подстановки, то ввести новую переменную, найти ее дифференциал. После введения новой переменной заданный интеграл приводится к новому интегралу, который является табличным. Если интеграл определенный, то вычислить новые пределы интегрирования. Найти полученный интеграл.

**Ход работы:**

Рассмотрим примеры:

1) Вычислить интеграл  $\int_0^1 (x + e^x) dx$ .

$$\int_0^1 (x + e^x) dx = \left( \frac{x^2}{2} + e^x \right) \Big|_0^1 = \left( \frac{1^2}{2} + e^1 \right) - (0 + e^0) =$$
$$= 0,5 + e - 1 = 0,5 + e \approx -0,5 + 2,718 = 2,218.$$

2)  $\int_0^{0,4} \frac{5dx}{4+25x^2}$

Этот интеграл можно найти с помощью метода подстановки. Введем новую переменную.

$$\int_0^{0,4} \frac{5dx}{4+25x^2} = \frac{5}{4} \int_0^{0,4} \frac{dx}{1+\frac{25}{4}x^2} = \frac{5}{4} \int_0^{0,4} \frac{dx}{1+(\frac{5}{2}x)^2} = \begin{cases} \frac{5}{2}x = t \\ \frac{5}{2}dx = dt \\ dx = \frac{2}{5}dt \\ x_H = 0 \quad t_H = 0 \\ x_B = 0,4 \quad t_B = 1 \end{cases}$$

=

$$= \frac{5}{4} \cdot \frac{2}{5} \int_0^1 \frac{dt}{1+t^2} = \frac{1}{2} \operatorname{arctgt} \Big|_0^1 = \frac{1}{2} (\operatorname{arctg}1 - \operatorname{arctg}0) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{8}$$

$$3) \int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{\sin x dx}{\cos^4 x}$$

Этот интеграл можно найти с помощью метода подстановки. Введем новую переменную.

$$\int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{\sin x dx}{\cos^3 x} = \begin{cases} \cos x = t \\ d\cos x = dt \\ -\sin x dx = dt \\ \sin x dx = -dt \\ x_H = 0 \quad t_H = \cos 0 = 1 \\ x_B = \frac{\pi}{3} \quad t_B = \cos \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2} \end{cases} = \int_1^{0,5} \frac{-dt}{t^3} = -\frac{t^{-2}}{-2} \Big|_1^{0,5} = \frac{1}{2t^2} \Big|_1^{0,5} = \frac{1}{2 \cdot 0,25} - \frac{1}{2} = 2 - 0,5 = 1,5$$

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

**Тема 2.2 Интеграл и его приложения**  
**Практическая работа № 7**  
**Интегрирование различными способами**

**Цель работы:** Научиться вычислять определенные и неопределенные интегралы, используя методы подстановки и по частям.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- находить неопределенные и определенные интегралы методом подстановки;

- находить неопределенные интегралы методом интегрирования по частям.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальные задания, таблица интегралов, конспекты лекций, учебники.

**Задание:**

Найдите интегралы

1)  $\int 3^{4x^2} x dx$

2)  $\int_2^4 \frac{3x dx}{(x^2-1)^3}$

3)  $\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{2}} \sin^3 x \cdot \cos x dx$

4)  $\int (x^2 + 5x + 7) \ln x \cdot dx$

5)  $\int (x^2 + 4x + 3) e^{2x} dx$

**Порядок выполнения работы:**

1. Записать задание и определить, каким из методов интегрирования необходимо воспользоваться.

2. Если интеграл можно найти методом непосредственного интегрирования, то, используя свойства интегралов, привести интеграл к табличным формулам. Проинтегрировать.

3. Если интеграл можно найти методом подстановки, то ввести новую переменную, найти ее дифференциал. После введения новой переменной заданный интеграл приводится к новому интегралу, который является табличным. Если интеграл определенный, то вычислить новые

пределы интегрирования. Найти полученный интеграл. В случае неопределенного интеграла вернуться к старой переменной.

4. Если интеграл нельзя найти вышеуказанными способами, то применить формулу интегрирования по частям  $\int UdV = UV - \int VdU$ . Этот метод заключается в том, что подынтегральное выражение представляется каким-либо образом в виде произведения двух сомножителей  $U$  и  $dV$ . Затем, после нахождения  $dU$  и  $V$ , использовать формулу интегрирования по частям.

• - Интегралы вида  $\int P(x)e^{kx}dx, \int P(x)\sin kx dx, \int P(x)\cos kx dx$ , где  $P(x)$ -многочлен,  $k$ - число. Удобно положить  $U = P(x)$ , а все остальные множители принять за  $dV$ .

• Интегралы вида  $\int P(x)\arcsin x dx, \int P(x)\arccos x dx, \int P(x)\ln x dx, \int P(x)\arctg x dx, \int P(x)\text{arcctg} x dx$ . Удобно положить  $P(x)dx = dV$ , а остальные множители принять за  $U$ .

• Интегралы вида  $\int e^{ax}\sin bxdx, \int e^{ax}\cos bxdx$ , где  $a$  и  $b$  числа. За  $U$  можно принять функцию  $U = e^{ax}$ .

**Ход работы:** Найти интегралы:

$$1) \int \frac{15x^2 dx}{(1-x^3)^4}$$

Этот интеграл можно найти с помощью метода подстановки. Введем новую переменную.

$$\begin{aligned} \int \frac{15x^2 dx}{(1-x^3)^4} &= \left[ \begin{array}{l} 1-x^3 = t \\ d(1-x^3) = dt \\ -3x^2 dx = dt \\ x^2 dx = -\frac{dt}{3} \end{array} \right] \\ &= \int \frac{15dt}{-3t^4} \\ &= -5 \int t^{-4} dt = -5 \frac{t^{-3}}{-3} + C = \frac{5}{3t^3} + C \\ &= \frac{5}{3(1-x^3)^3} + C \end{aligned}$$

$$2) \int_0^{0,4} \frac{5dx}{4+25x^2}$$

Этот интеграл можно найти с помощью метода подстановки. Введем новую переменную.

$$\int_0^{0,4} \frac{5dx}{4+25x^2} = \frac{5}{4} \int_0^{0,4} \frac{dx}{1+\frac{25}{4}x^2} = \frac{5}{4} \int_0^{0,4} \frac{dx}{1+(\frac{5}{2}x)^2} = \left[ \begin{array}{l} \frac{5}{2}x = t \\ \frac{5}{2}dx = dt \\ dx = \frac{2}{5}dt \\ x_H = 0 \quad t_H = 0 \\ x_B = 0,4 \quad t_B = 1 \end{array} \right]$$

$$= \frac{5}{4} \cdot \frac{2}{5} \int_0^1 \frac{dt}{1+t^2} = \frac{1}{2} \arctgt|_0^1 = \frac{1}{2} (\arctg 1 - \arctg 0) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{8}$$

$$3) \int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{\sin x dx}{\cos^4 x}$$

Этот интеграл можно найти с помощью метода подстановки. Введем новую переменную.

$$\int_0^{\frac{\pi}{3}} \frac{\sin x dx}{\cos^3 x} = \left[ \begin{array}{l} \cos x = t \\ d\cos x = dt \\ -\sin x dx = dt \\ \sin x dx = -dt \\ x_H = 0 \quad t_H = \cos 0 = 1 \\ x_B = \frac{\pi}{3} \quad t_B = \cos \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2} \end{array} \right] = \int_1^{0,5} \frac{-dt}{t^3} = -\frac{t^{-2}}{-2} \Big|_1^{0,5} = \frac{1}{2t^2} \Big|_1^{0,5}$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 0,25} - \frac{1}{2} = 2 - 0,5 = 1,5$$

$$4) \int (x^3 - 4x) \ln x \cdot dx$$

Этот интеграл можно найти с помощью метода интегрирования по частям, он относится ко второму виду, поэтому  $U = \ln x$ ,  $dV = (x^3 - 4x) dx$ .

$$dU = \frac{1}{x} dx, \quad V = \int (x^3 - 4x) dx = \frac{x^4}{4} - 2x^2$$

Используя формулу интегрирования по частям, получаем

$$\int (x^3 - 4x) \ln x \cdot dx = \ln x \left( \frac{x^4}{4} - 2x^2 \right) - \int \left( \frac{x^4}{4} - 2x^2 \right) \frac{1}{x} dx =$$

$$\ln x \left( \frac{x^4}{4} - 2x^2 \right) - \int \left( \frac{x^3}{4} - 2x \right) dx = \ln x \left( \frac{x^4}{4} - 2x^2 \right) - \frac{x^4}{16} + x^2 + C$$

5)  $\int (x^2 - 2x) \cos 4x dx$

Этот интеграл можно найти с помощью метода интегрирования по частям, он относится к первому виду, поэтому  $U = x^2 - 2x$ ,  $dV = \cos 4x dx$ .

$$dU = (2x - 2)dx, \quad V = \int \cos 4x dx = \frac{1}{4} \sin 4x$$

$$\begin{aligned} \int (x^2 - 2x) \cos 4x dx &= (x^2 - 2x) \frac{1}{4} \sin 4x - \int \frac{1}{4} \sin 4x (2x - 2) dx = \\ &= (x^2 - 2x) \frac{1}{4} \sin 4x - \frac{1}{4} \int \sin 4x (2x - 2) dx = \frac{1}{4} (x^2 - 2x) \sin 4x \\ &\quad - \frac{1}{2} \int \sin 4x (x - 1) dx = \end{aligned}$$

Чтобы найти оставшийся интеграл, снова применяем формулу интегрирования по частям.

$$U = x - 1, \quad dV = \sin 4x dx.$$

$$\begin{aligned} dU &= dx, \quad V = \int \sin 4x dx = -\frac{1}{4} \cos 4x \\ &= \frac{1}{4} (x^2 - 2x) \sin 4x - \frac{1}{2} ((x - 1) \left( -\frac{1}{4} \cos 4x \right) - \int -\frac{1}{4} \cos 4x dx = \\ &= \frac{1}{4} (x^2 - 2x) \sin 4x - \frac{1}{2} ((x - 1) \left( -\frac{1}{4} \cos 4x \right) + \frac{1}{4} \int \cos 4x dx = \\ &= \frac{1}{4} (x^2 - 2x) \sin 4x + \frac{1}{8} ((x - 1) (\cos 4x) - \frac{1}{8} \int \cos 4x dx = \\ &= \frac{1}{4} (x^2 - 2x) \sin 4x + \frac{1}{8} ((x - 1) (\cos 4x) - \frac{1}{32} \sin 4x + C \end{aligned}$$

**Форма представления результата:** выполненная работа.

#### Критерии оценки:

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

## **Тема 2.3 Дифференциальные уравнения Практическая работа № 8**

### **Решение дифференциальных уравнений с разделяющимися переменными**

**Цель работы:** Научиться решать дифференциальные уравнения I порядка с разделяющимися переменными. Научиться находить общие и частные решения.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- разделять переменные для решения дифференциального уравнения с разделяющимися переменными;
- находить общее решение дифференциального уравнения;
- выделять из общего решения частное решение, удовлетворяющее начальным условиям (решать задачу Коши).

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальные задания, таблицы, справочники, учебники, конспекты лекций.

**Задание:**

1. Найти общее решение дифференциального уравнения

а)  $\frac{dy}{\sqrt{x}} = \frac{3dx}{\sqrt{y}}$

б)  $(y - 1)^2 dx + (1 - x^3) dy = 0$

2. Найти частное решение дифференциального уравнения

$dy = (3x^2 - 2x)dx$ , если  $y=4$  при  $x=$

**Порядок выполнения работы:**

1) Привести данное уравнение к уравнению с разделяющимися переменными, т. е. произвести разделение переменных, для этого:

- а) Производные функции заменить её дифференциалами;

б) Сгруппировать члены с одинаковыми дифференциалами и записать их в разных частях равенства, вынеся дифференциалы за скобки;

в) Поделить или умножить обе части равенства на такие выражения, чтобы все функции стояли при „своих” дифференциалах, т. е. привести к виду:  $\varphi(y)dy = \varphi(x)dx$

2) Проинтегрировать обе части равенства и найти общее решение.

3) Для выделения частного решения из общего задается точка  $(x_0; y_0)$ , через которую должна проходить интегральная кривая. Находим значение постоянной  $C$ , а затем  $C$  подставляем в общее решение и записываем частное решение.

**Ход работы:**

1) Найти общее решение дифференциального уравнения:

$$(6x dx + 3xy^2 dx) - (6y dy + 2x^2 y dy) = 0$$

Сгруппируем члены с  $dx$  и  $dy$

$$3x(2 + y^2)dx - 2y(3 + x^2)dy = 0$$

-Разделим переменные

$$\frac{3x dx}{3 + x^2} = \frac{2y dy}{2 + y^2}$$

-Интегрируем

$$3 \int \frac{x dx}{3 + x^2} = 2 \int \frac{y dy}{2 + y^2}$$

-Решаем по отдельности каждый интеграл методом подстановки

$$\frac{3}{2} \ln(3 + x^2) = \ln(2 + y^2) + \ln c$$

$$\ln(3 + x^2)^{\frac{3}{2}} = \ln(2 + y^2) \cdot c$$

-Потенцируем это уравнение

$$\sqrt{(3 + x^2)^3} = (2 + y^2) \cdot c$$

-Записываем общее решение:

$$\frac{(3+x^2)\sqrt{3+x^2}}{2+y^2} = c$$

2) Найти частные решение дифференциальных уравнений

$$2(y - 3)dx - dy = 0 \text{ при } x=0, y=4$$

-Разделим переменные

$$dy = 2(y - 3)dx$$

$$\frac{dy}{y-3} = 2dx$$

-Проинтегрируем обе части уравнения

$$\int \frac{dy}{y-3} = \int 2dx$$

$$\ln(y-3) = 2x + \ln c$$

-По определению логарифма  $2x = \ln e^{2x}$

$$\ln(y-3) = \ln(e^{2x} \cdot c)$$

-Запишем общее решение

$$y = e^{2x} \cdot c + 3$$

-Подставим в это уравнение начальные условия  $x=0$ ,

$y=4$

$$4 = e^0 \cdot c + 3 \Rightarrow c=1$$

-Запишем частное решение

$$y = e^{2x} + 3$$

**Форма представления результата:** выполненная работа

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

**Тема 2.3 Дифференциальные уравнения**

**Практическая работа № 9**

**Решение дифференциальных уравнений первого порядка**

**Цель работы:** Научиться определять вид дифференциальных уравнений, находить общее и частное решение однородных и линейных дифференциальных уравнений I порядка.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- определять вид дифференциального уравнения первого порядка;
- находить общее и частное решение однородного дифференциального уравнения первого порядка;
- находить общее и частное решение линейного дифференциального уравнения первого порядка.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальные задания, таблицы, справочники, учебники, конспекты лекций.

**Задание:**

1. Найти общее решение дифференциального уравнения

a)  $y' = \frac{x+y}{x-y}$

b)  $xy' - y = -x$

2. Найти частное решение дифференциального уравнения

a)  $y^2 + x^2 y' = xy \cdot y'$  при  $y(1) = 1$

b)  $y' \sin x - y \cos x = 1$  при  $x = \frac{\pi}{2}, y=1$

**Порядок выполнения работы:**

1. Для решения однородного дифференциального уравнения I порядка данное уравнение путем введения новой переменной нужно привести к уравнению с разделяющимися переменными. Заменим  $y = z \cdot x, \frac{dy}{dx} = x \frac{dz}{dx} + z$ , где Z-новая неизвестная функция от x.

Получилось уравнение с разделяющимися переменными относительно Z.

Решив его, надо Z заменить на  $\frac{y}{x}$  и выразить y.

2. Линейное дифференциальное уравнение I порядка решается путем подстановки

$$y = u \cdot \theta; \quad \frac{dy}{dx} = u \frac{d\theta}{dx} + \theta \frac{du}{dx}$$

Дифференциальное уравнение сводится к решению двух дифференциальных уравнений, с разделяющимися переменными, сначала относительно u, потом-  $\theta$ , где u и  $\theta$  неизвестные функции от x.

**Ход работы:**

1) Найти частное решение однородного дифференциального уравнение I порядка

$$y' = \frac{2x+y}{2x}, \text{ если } y=0 \text{ при } x=1$$

-Заменим  $y'$  на  $\frac{dy}{dx}$ ;  $\frac{dy}{dx} = \frac{2x+y}{2x}$

-Произведем подстановку  $y = zx$ ;  $\frac{dy}{dx} = x \frac{dz}{dx} + z$

$$x \frac{dz}{dx} + z = \frac{2x+zx}{2x}; \quad x \frac{dz}{dx} + z = \frac{x(2+z)}{2x}$$

$$x \frac{dz}{dx} = \frac{2+z}{2} - z$$

$$x \frac{dz}{dx} = \frac{2-z}{2}$$

-Разделим переменные  $\frac{2}{2-z} dz = \frac{dx}{x}$

-Проинтегрируем выражение:  $2 \int \frac{dz}{2-z} = \int \frac{dx}{x}$

-Решаем данное уравнение  $-2 \ln|2-z| = \ln|x| + \ln c$

$$\ln \frac{1}{(2-z)^2} = \ln(xc)$$

-Пропотенцируем выражение  $\frac{1}{(2-z)^2} = xc$

-Выразим  $z$ :  $(2-z)^2 = \frac{1}{xc}$

$$2-z = \frac{1}{\sqrt{xc}}$$

$$z = 2 - \frac{1}{\sqrt{xc}}$$

-Заменим  $z = \frac{y}{x}$  и выразим  $y$   $y = \frac{2x\sqrt{xc}-x}{\sqrt{xc}}$  - общее

решение

-Подставим начальные условия  $y=0, x=1$

$$0 = \frac{2\sqrt{c}-1}{\sqrt{c}}; \quad 2\sqrt{c}-1=0, \quad 2\sqrt{c}=1, \quad \sqrt{c}=\frac{1}{2}, \quad c=\frac{1}{4}$$

-Подставим  $c$  в общее решение  $y = 2(x - \sqrt{x})$  частное

решение.

2) Найти частное решение линейного дифференциального уравнения I порядка

$$xy' + y = 3, \text{ если } y=0, \text{ при } x=1$$

-Приведем уравнение к виду по определению

$$y' + \frac{y}{x} = \frac{3}{x}$$

-Сделаем замену

$$y = u\vartheta; \quad \frac{dy}{dx} = u \frac{d\vartheta}{dx} + \vartheta \frac{du}{dx}$$

-Сгруппируем члены с  $\vartheta$ , получим

$$\vartheta \left( \frac{du}{dx} + \frac{u}{x} \right) = 0, \text{ т.к. } \vartheta \neq 0 \Rightarrow \frac{du}{dx} = -\frac{u}{x}$$

-Разделим переменные

$$\frac{du}{u} = -\frac{dx}{x}$$

-Проинтегрируем

$$\int \frac{du}{u} = - \int \frac{dx}{x}$$

$$\ln|u| = -\ln|x|$$

-Пропотенцируем

$$u = \frac{1}{x}$$

-Подставим  $u$  в оставшееся уравнение

$$\frac{1}{x} \frac{d\vartheta}{dx} = \frac{3}{x}$$

$$d\vartheta = 3dx$$

-Проинтегрируем

$$\vartheta = 3x + c$$

-Подставим  $y = u\vartheta$

$$y = \frac{1}{x}(3x + c) - \text{общее решение}$$

-Подставим начальные условия

$$0 = 3 + c \Rightarrow c = -3$$

$$y = \frac{3}{x}(x - 1) - \text{частное решение}$$

**Форма представления результата:** выполненная работа.

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

### **Тема 2.3 Дифференциальные уравнения** **Практическая работа №10** **Решение дифференциальных уравнений второго порядка**

**Цель работы:** Научиться решать дифференциальные уравнения II порядка и линейные однородные дифференциальные уравнения II порядка с постоянными коэффициентами.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- решать дифференциальные уравнения второго порядка, допускающие понижение порядка;
- находить общее и частное решение простейших дифференциальных уравнений второго порядка;
- находить общее и частное решение линейного однородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальные задания, таблицы, справочники, учебники, конспекты лекций.

**Задание:**

1. Решить дифференциальные уравнения II порядка:

a)  $\frac{d^2y}{dx^2} = 5$

b)  $y'' = x, A(1; 0); B(1; 1)$

2. Найти частное решение однородного дифференциального уравнения II порядка.

$$\frac{d^2y}{dx^2} - 2\frac{dy}{dx} - 3y = 0 \text{ при } x = 0; y = 0; \frac{dy}{dx} = 0$$

### Порядок выполнения работы:

1) Дифференциальные уравнения II порядка решаются двукратным интегрированием, путём введения новой переменной  $p = \frac{dy}{dx}$

Приводим к уравнению с разделяющимися переменными и решаем относительно  $p$ .

Подставляем  $p$  и решаем уравнение разделением переменных относительно  $y$ .

Если даны начальные условия, то подставляем в общее решение, составляем систему линейных уравнений и решаем относительно  $C_1$  и  $C_2$ . Подставляя  $C_1$  и  $C_2$  в общее решение, находим частные решения.

2) Однородное дифференциальное уравнение II порядка.

Путем замены  $y = e^{kx}$

$$y' = ke^{kx}$$

$$y'' = k^2 e^{kx}$$

Составляем характеристическое уравнение  $k^2 + pk + q = 0$  из которого находим  $k_1$  и  $k_2$ .

Общее решение при  $D > 0$  будет:

$$y = c_1 e^{k_1 x} + c_2 e^{k_2 x}$$

При  $D = 0$  будет:  $y = e^{kx}(c_1 + c_2 x)$

При  $D < 0$  будет:  $y = e^{ax}(c_1 \cos bx + c_2 \sin bx)$

При заданных начальных условиях составляем систему линейных уравнений и решаем её относительно  $C_1$  и  $C_2$ .

### Ход работы:

I. Решить дифференциальное уравнение порядка

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = 1 - 2x$$

-Заменим  $p = \frac{dy}{dx}$ , получим:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{d(\frac{dy}{dx})}{dx}; \quad \frac{dp}{dx} = 1 - 2x$$

-Разделим переменные

$$dp = (1 - 2x)dx$$

-Проинтегрируем

$$\int dp = \int (1 - 2x) dx$$

$$p = x - x^2 + c_1$$

-Заменяем  $p$  на  $\frac{dy}{dx}$

$$\frac{dy}{dx} = x - x^2 + c_1$$

-Разделим переменные

$$dy = (x - x^2 + c_1)dx$$

-Проинтегрируем и получим общее решение

$$\int dy = \int (x - x^2 + c_1)dx$$

$$y = \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} + c_1x + c_2$$

II. Решить однородное дифференциальное уравнение II порядка

a)  $y'' - 5y' + 6 = 0$

-Составим характеристическое уравнение

$$k^2 - 5k + 6 = 0, \text{ решаем квадратное уравнение, получим}$$

$$k_1 = 2, k_2 = 3$$

-Общее решение будет:

$$y = c_1e^{2x} + c_2e^{3x}$$

b)  $y'' + 4y' + 4y = 0$

-Составим характеристическое уравнение

$$k^2 + 4k + 4 = 0, \quad (k + 2)^2 = 0 \quad k = -2$$

-Запишем общее решение для  $D=0$

$$y = e^{-2x}(c_1 + c_2x)$$

c)  $y'' - 6y' + 13y = 0$

-Составим характеристическое уравнение

$$k^2 - 6k + 12 = 0; \quad D = 36 - 4 \cdot 13 = -16 \quad D < 0 \quad \Rightarrow$$

$$x_{1,2} = \frac{6 \pm \sqrt{16i^2}}{2} = \frac{6 \pm 4i}{2} = 3 \pm 2i \quad a = 3; b = 2$$

-Запишем общее решение

$$y = e^{3x}(c_1 \cos 2x + c_2 \sin 2x)$$

**Форма предоставления результата:** выполненная работа.

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена

не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

### **Тема 3.1. Элементы комбинаторики.**

#### **Практическая работа № 11**

#### **Решение задач на основные понятия комбинаторики**

**Цель работы:** Осмыслить основные понятия комбинаторики, научиться отличать одну выборку от другой, применять формулы для их нахождения.

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- Находить отличия одной выборки от другой;
- Применять формулы для подсчёта выборок без повторений.

#### **Материальное обеспечение:**

Индивидуальные задания, конспекты лекций.

#### **Задание:**

1. В соревнованиях участвует 10 человек, трое из них займут 1-е, 2-е и 3-е место. Сколько существует различных вариантов ?
2. Из группы, в которой учится 12 человек, необходимо выбрать 3 человека в совет колледжа. Сколько существует различных способов такого выбора.
3. На книжной полке выставлены 8 книг различных авторов. Сколько способов имеется для расстановки этих книг в разном порядке?

#### **Краткие теоретические сведения:**

В основе решения задач на комбинаторику лежат два правила:

**1.Правило сложения.** Если некоторый элемент  $A$  можно выбрать  $m$  способами, а другой элемент  $B$  –  $n$  способами, исключаящими друг друга, то выбор какого-нибудь одного из этих элементов (либо  $A$ , либо  $B$ ) можно осуществить  $m + n$  способами.

**2.Правило умножения.** Если некоторый элемент  $A$  можно выбрать  $m$  способами и если после каждого такого выбора элемент  $B$  можно выбрать  $n$  способами, то выбор пары элементов ( $A, B$ ) в указанном порядке можно осуществить  $m \cdot n$  способами.

**Задача1.** При формировании экипажа космического корабля имеется:10 претендентов на пост командира,20 претендентов на пост бортинженера,25 претендентов на пост космонавта-исследователя. Сколькими способами можно выбрать одну из кандидатур на пост командира, или бортинженера, или космонавта-исследователя?

**Решение.** По правилу суммы существует  $10+20+25=55$  способов выбора одной из кандидатур.

**Задача2.** В столовой предлагают два различных первых :  $a_1$  и  $a_2$  ;три различных вторых блюда:  $b_1, b_2, b_3$  и два различных десерта:  $c_1$  и  $c_2$  . Сколько различных обедов из трех блюд может выбрать покупатель?

**Решение.** Первое блюдо можно выбрать двумя способами, второе блюдо можно выбрать тремя способами, третье блюдо можно двумя способами. По правилу умножения существует  $2 \times 3 \times 2 = 12$  способов выбрать обед из трех блюд.

### **3. Подмножества $n$ - множеств(соединения).**

Для нахождения  $k$  – подмножеств некоторого  $n$  – множества нужно выбрать  $k$  из  $n$  его элементов (поэтому часто говорят о *выборке  $k$  элементов из  $n$  – элементов*). Про выбранные  $k$  из  $n$  различных элементов принято говорить, что они образуют соединение из  $n$  элементов по  $k$  . *Соединение*- собирательный термин комбинаторики. В зависимости от того, имеет ли значение порядок элементов в соединении или нет, а также от того, входят в соединение все  $n$  элементов или только часть их, различают три вида соединений: ***перестановки, размещения, сочетания.***

#### ***Перестановки.***

Перестановками из  $n$  – элементов называются такие соединения из  $n$  – элементов, которые отличаются друг от друга только порядком расположения элементов.

Обозначение:  $P_n = n !$

#### ***Размещения.***

Размещениями из  $n$  – элементов называются такие соединения , каждое из которых содержит  $m$  элементов, выбранных из числа данных  $n$  – элементов, отличающихся либо составом, либо порядком их расположения, либо и тем , и другим.

Обозначение  $A_n^m = \frac{n!}{(n - m)!}$

Замечание. Рассмотренные ранее перестановки – частный случай размещений из  $n$  – элементов по  $n$  – элементов.

$$P_n = A_n^n = \frac{n!}{0!} = n!$$

55440.

### **Сочетания.**

Сочетаниями из  $n$ - элементов по  $m$  называются такие соединения, которые отличаются друг от друга хотя бы одним элементом.

Обозначение :  $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

### **Порядок выполнения работы:**

1. Определите вид выборки без повторения.
2. Выберите соответствующую формулу для вычисления возможных комбинаций.
3. Произведите вычисления, используя понятие факториала.

### **Ход работы:**

1. Кодовый замок открывается последовательным набором четырёх разных цифр. Требуется определить число возможных кодов, которые можно подобрать для этого замка.

Решение.

1. Возможных цифр всего десять (1,2,3,4,5,6,7,8,9,0). Каждая набранная комбинация кода отличается от другой комбинации хотя бы одной цифрой (1,4,5,7 ≠ 2,4,5,7), либо порядком набора одинаковых цифр (1,4,5,7 ≠ 4,5,7,1), поэтому для подсчёта числа возможных комбинаций кодов используем формулу числа размещений.

2. Формула размещений имеет вид:  $A_n^m = \frac{n!}{(n-m)!}$ . В нашем

случае  $n = 4, m = 10$ .

3. Производим расчёт

$$:A_{10}^4 = \frac{10!}{(10-4)!} = \frac{10!}{6!} = \frac{10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1}{6 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1} = 10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 = 5040$$

2. Сколько существует способов выбора трёх человек из десяти?

Решение.

1. В данном случае при выборе для нас важен только состав по три человека, порядок выбора роли не играет, поэтому в отличие от первого примера число способов подсчитаем по формуле сочетаний.

2. Формула сочетаний имеет вид:  $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$ . В нашем случае  $n=10, m=3$ .

3. Производим расчёт:  $C_{10}^3 = \frac{10!}{3!(10-3)!} = \frac{10!}{3!7!} = \frac{7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10}{3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 7!} = 120$ .

Сколько различных четырёхзначных чисел можно составить из цифр 1, 2, 3, 4, 9 (цифры не повторяются)?

Решение.

1. По условию дано множество из четырёх элементов, которые требуется расположить в определённом порядке. Значит, требуется найти количество перестановок их четырёх элементов.

2. Формула перестановок из  $n$  элементов имеет вид:  $P_n = n!$  В нашем случае  $n = 4$ .

3. Произведём расчёт:  $P_4 = 4! = 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 24$ .

**Форма представления результата:** выполненная работа.

#### Критерии оценки:

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочёта.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

### Тема 3.2 Элементы теории вероятностей и математической статистики

#### Практическая работа № 12

#### Решение задач на вычисление вероятности с использованием элементов комбинаторики. Вычисление полной вероятности события

**Цель работы:** Научиться находить вероятность событий, используя формулы комбинаторики.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

-вычислять число исходов, благоприятствующих наступлению рассматриваемого события, используя формулы комбинаторики;

- вычислять вероятность события по классическому определению вероятности.
- решать задачи на сложение вероятностей несовместных событий;
- решать задачи на умножение вероятностей независимых событий;
- пользоваться при решении задач формулой полной вероятности.

**Материальное обеспечение:** Индивидуальные задания, конспекты лекций.

**Задание:**

1. Готовясь к докладу, студент выписал из книги цитату, но, забыв номер страницы, на которой она находилась, написал номер наудачу. Какова вероятность того, что студент записал нужный номер, если он помнит, что номер выражается двузначным числом?
2. В ящике 15 деталей, среди которых 10 окрашены. Сборщик наудачу выбрал 3 детали. Какова вероятность того, что выбранные детали оказались окрашенными?
3. Имеется 8 карточек. Одна сторона каждой из них чистая, а на другой написаны буквы :К,И,Р,Д, А,Н,З,П. Карточки кладут на стол чистой стороной вверх, перемешивают, а затем последовательно одну за другой переворачивают. Какова вероятность того, при последовательном появлении букв будет составлен слово ПРАЗДНИК?
4. В урне 40 шариков: 15 голубых, 3 зелёных и 20 белых. Какова вероятность того, что из урны будет извлечён цветной шарик?
5. Симметрическая монета подбрасывается три раза. Какова вероятность того, что цифра выпадет ровно два раза?
6. Найти вероятность совместного появления цифры при одном подбрасывании двух монет.

**Краткие теоретические сведения:**

Вероятностью события  $A$  называется отношение числа  $m$  случаев, благоприятствующих его появлению, к общему числу всех несовместных равновозможных и образующих полную группу событий. Такое определение вероятности называют классическим. Вероятность события обозначается  $P(A)$  и вычисляется по формуле:  $P(A) = \frac{m}{n}$ .

Вероятность появления события заключена в пределах от 0 до 1:  $0 \leq P(A) \leq 1$

**Теорема сложения вероятностей  $n$  несовместных событий**

Вероятность суммы  $n$  несовместных событий  $A_1, A_2, \dots, A_n$  равно сумме вероятностей этих событий:

$$P(A_1 + A_2 + \dots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n).$$

Сумма вероятностей событий  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , образующих полную группу событий, равна единице:

$$P(A_1) + P(A_2) + \dots + P(A_n) = 1.$$

Сумма вероятностей противоположных событий равна единице:  $P(A) + P(\bar{A}) = 1$ .

### Теорема умножения вероятностей $n$ независимых событий

Если события  $A_1, A_2, \dots, A_n$  независимы, то вероятность их произведения равна произведению вероятностей этих событий:  $P(A_1, A_2, \dots, A_n) = P(A_1)P(A_2) \dots P(A_n)$ .

### Порядок выполнения работы:

1. Определите событие  $A$ , вероятность которого нужно вычислить.
2. Просчитайте общее число ( $n$ ) возможных исходов.
3. Просчитайте число исходов ( $m$ ), благоприятствующих наступлению события  $A$ .
4. Используйте формулу для вычисления вероятности определённого события.  $P(A) = \frac{m}{n}$ .

### Ход работы:

1. Набирая номер телефона, абонент забыл последние 3 цифры и набрал их наудачу, помня, что они различны. Найдите вероятность того, что набраны нужные цифры.

Решение.

1. Событие  $A$  - «номер набран верно».

2. Число  $n$  - общее число исходов испытания получим, воспользовавшись формулами комбинаторики. Всего имеется 10 цифр, т.е. число элементов равно 10; в каждое соединение входит по 3 цифры; порядок цифр (элементов) существен при наборе номера, значит, нужно найти число размещений из 10 элементов по 3 по формуле  $A_{10}^3 = \frac{10!}{(10-3)!} = \frac{7! \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10}{7!} = 720$ . Итак,  $n = 720$

3. Число  $m = 1$ , т.к. только один набор из трёх цифр является нужным.

4.  $P(A) = \frac{m}{n} = \frac{1}{720}$

2. Из урны, в которой находятся 12 белых и 8 чёрных шаров, внимают наудачу два шара. Какова вероятность того, что оба шара окажутся чёрными?

Решение.

1. Событие А-«оба шара окажутся чёрными».

2. Число  $n$ -общее число исходов испытания получим, воспользовавшись формулами комбинаторики. Общее число возможных случаев  $n$  равно числу сочетаний из 20 элементов (12+8)

$$n = C_{20}^2 = \frac{20!}{2!(20-2)!} = \frac{20!}{2! \cdot 18!} = \frac{20 \cdot 19 \cdot 18!}{1 \cdot 2 \cdot 18!} = 190.$$

3. Число случаев  $m$ , благоприятствующих событию А, равно числу сочетаний из 8 элементов (8 черных шаров) по два:

$$n = C_8^2 = \frac{8!}{2!(8-2)!} = \frac{8!}{2! \cdot 6!} = \frac{8 \cdot 7 \cdot 6!}{1 \cdot 2 \cdot 6!} = 28$$

$$4. P(A) = \frac{m}{n} = \frac{28}{190} \approx 0,147$$

2. На пяти карточках разрезной азбуки написаны буквы А,З,К,О,М. Карточки перемешиваются и наугад раскладываются в ряд. Какова вероятность того, что получится слово ЗАМОК ?

Решение.

Событие А-«получится слово ЗАМОК».

Число  $n$ -общее число исходов испытания получим, воспользовавшись формулами комбинаторики. Общее число возможных случаев  $n$  равно числу перестановок из 5 элементов(букв):

$$n = P_5 = 5! = 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 120.$$

Число случаев  $m$ , благоприятствующих событию А, равно 1, т.к. требуется составить слово с буквами, расставленными в определённом порядке. А эти буквы различны.

$$P(A) = \frac{m}{n} = \frac{1}{120}$$

3. Два стрелка одновременно стреляют по мишени. Вероятность попадания в цель первого стрелка равна 0,7, второго – 0,8. Найти вероятность того, что в мишень попадет только один стрелок.

Решение: Так как оба стрелка стреляют одновременно и независимо друг от друга, то, используя противоположные события «попадание – промах» и правило умножения вероятностей, получим следующие варианты событий:

- попадают оба стрелка:

$$P_1 \cdot P_2 = 0,7 \cdot 0,8 = 0,56;$$

- попадает первый стрелок и не попадает второй:

$$P_1 \cdot \bar{P}_2 = 0,7 \cdot 0,2 = 0,14;$$

- попадает второй и промах у первого:

$$\bar{P}_1 \cdot P_2 = 0,3 \cdot 0,8 = 0,24;$$

- промах обоих стрелков:

$$\bar{P}_1 \cdot \bar{P}_2 = 0,2 \cdot 0,3 = 0,06.$$

Эти события образуют полную группу, так как

$$0,56 + 0,14 + 0,24 + 0,06 = 1.$$

Решением задачи по правилу сложения будет:

$$P_1 \cdot \bar{P}_2 + \bar{P}_1 \cdot P_2 = 0,14 + 0,24 = 0,38.$$

**Форма представления результата:** выполненная работа.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

### **Тема 3.2 Элементы теории вероятностей и математической статистики**

#### **Практическая работа № 13**

##### **Дискретная и непрерывная случайная величина.**

##### **Характеристики дискретной и непрерывной случайной величин**

**Цель работы:** научиться находить математическое ожидание, дисперсию, среднеквадратическое отклонение дискретной и непрерывной случайной величины

#### **Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- находить числовые характеристики дискретной случайной величины;
- числовые характеристики непрерывной случайной величины.

**Материальное обеспечение:** Индивидуальные задания, учебники, конспекты лекций.

**Задание:**

1. По данному закону распределения дискретной случайной величины  $X$  определить математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратическое отклонение  $\sigma(X)$ .

$x_i$	1	2	3	4	5
$p_i$	0,03	0,2	0,45	0,3	0,02

2. Случайная величина задана дифференциальной функцией распределения

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq \pi, \\ -\cos x & \text{при } \pi < x \leq \frac{3}{2}\pi, \\ 0 & \text{при } x > \frac{3}{2}\pi. \end{cases}$$

- 1) Определить вероятность попадания случайной величины  $X$  в интервал  $[\pi, 5/4\pi]$ .
- 2) Найти математическое ожидание и дисперсию случайной величины  $X$ .

**Краткие теоретические сведения:**

Математическое ожидание непрерывной случайной величины:

$$M(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot f(x) dx$$

Дисперсия непрерывной случайной величины:

$$D(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \cdot f(x) dx$$

Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)}$$

### Порядок выполнения работы:

1. Запишите задание.
2. Определите, какие действия, и по каким правилам необходимо выполнить. Прочитайте конспект.
3. Выполните действия. Проверьте правильность вычислений.

### Ход работы:

1. По данному закону распределения дискретной случайной величины  $X$  определить математическое ожидание  $M(X)$ , дисперсию  $D(X)$  и среднее квадратическое отклонение  $\sigma(X)$ .

$x_i$	1	2	3	4	5
$p_i$	0,05	0,18	0,23	0,41	0,13

Последовательно получаем:

$$M(X) = \sum x_i p_i = 0,05 + 2 \cdot 0,18 + 3 \cdot 0,23 + 4 \cdot 0,41 + 5 \cdot 0,13 = 3,39.$$

$$D(X) = \sum x_i^2 p_i - M^2 = 0,05 + 2^2 \cdot 0,18 + 3^2 \cdot 0,23 + 4^2 \cdot 0,41 + 5^2 \cdot 0,13 - 3,39^2 = 1,1579.$$

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)} = \sqrt{1,1579} = 1,076.$$

2. Случайная величина  $X$  задана интегральной функцией

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x \leq \frac{1}{2} \\ x - \frac{1}{2}, & \frac{1}{2} < x < \frac{3}{2} \\ 1, & x \geq \frac{3}{2} \end{cases}$$

Найти

- а) дифференциальную функцию  $f(x)$  (плотность вероятности);
- б) математическое ожидание и дисперсию величины  $x$ ;

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq \frac{1}{2} \\ 1, & \frac{1}{2} < x \leq \frac{3}{2} \\ 0, & x > \frac{3}{2} \end{cases};$$

$$б) M(x) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x) dx = \int_{\frac{1}{2}}^{\frac{3}{2}} x dx = \frac{x^2}{2} \Big|_{\frac{1}{2}}^{\frac{3}{2}} = \frac{\left(\frac{3}{2}\right)^2}{2} - \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^2}{2} = 1;$$

$$D(x) = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f(x) dx - M^2(x) = \int_{\frac{1}{2}}^{\frac{3}{2}} x^2 dx - 1 = \frac{x^3}{3} \Big|_{\frac{1}{2}}^{\frac{3}{2}} - 1 = \frac{\left(\frac{3}{2}\right)^3}{3} - \frac{\left(\frac{1}{2}\right)^3}{3} - 1 = \frac{1}{12};$$

**Форма представления результата:** выполненная работа.

#### **Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

## **Тема 4.1 Матрицы и определители**

### **Практическая работа № 14**

#### **Действия над матрицами. Вычисление определителей второго и третьего порядков**

**Цель работы:** научиться выполнять действия над матрицами, решать матричные уравнения.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- определять вид матриц;
- выполнять действия сложения, вычитания, умножения матрицы на число, умножения матриц;
- находить неизвестную матрицу из матричного уравнения.

**Материальное обеспечение:** Индивидуальные задания, учебники, конспекты лекций.

**Задание:**

1. Даны матрицы :  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -3 & 2 \end{pmatrix}$ ;  $B = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & -3 \end{pmatrix}$ .

Вычислите:  $A^2 - 3AB$ .

2. Решите матричное уравнение:  $X = 2A + BC^2$ ,

если  $A = \begin{pmatrix} 3 & 3 & -5 \\ 1 & 1 & 2 \\ 2 & -1 & 7 \end{pmatrix}$ ;  $B = \begin{pmatrix} -2 & 3 & 1 \\ 4 & 4 & -2 \end{pmatrix}$ ;  $C = \begin{pmatrix} 3 & -3 \\ 1 & 0 \\ -2 & 4 \end{pmatrix}$

3. Вычислить определители:

$$1) \begin{vmatrix} -3 & 5 \\ 2 & 2 \end{vmatrix} \quad 2) \begin{vmatrix} 3 & 3 & -5 \\ 1 & 1 & 2 \\ 2 & -1 & 7 \end{vmatrix} \quad 3) \begin{vmatrix} 10 & -2 & 1 \\ -15 & 5 & -2 \\ 3 & -2 & -1 \end{vmatrix}$$

**Краткие теоретические сведения:**

Матрицей называется прямоугольная таблица чисел. Матрица

записывается в виде:  $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \dots & a_{2n} \\ a_{m1} & a_{m2} \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$ .

Действия над матрицами:

1. Сложение.

Операция сложения вводится только для матриц одинаковых размеров. При сложении матриц их соответствующие элементы складываются.

$$A + B = C = \begin{pmatrix} a_{11} + b_{11} & a_{12} + b_{12} \dots & a_{1n} + b_{1n} \\ a_{21} + b_{21} & a_{22} + b_{22} \dots & a_{2n} + b_{2n} \\ a_{m1} + b_{m1} & a_{m2} + b_{m2} & a_{mn} + b_{mn} \end{pmatrix}$$

2. Умножение на число.

При умножении матрицы на число каждый ее элемент умножается на это число.

$$kA = \begin{pmatrix} ka_{11} & ka_{12} \dots & ka_{1n} \\ ka_{21} & ka_{22} \dots & ka_{2n} \\ ka_{m1} & ka_{m2} & ka_{mn} \end{pmatrix}$$

3. Умножение матриц.

Операция умножения матриц вводится только для случая, когда число столбцов первой матрицы равно числу строк второй.

Чтобы найти элемент матрицы, стоящий в  $i$ -той строке в  $k$ -том столбце, нужно вычислить сумму произведений элементов  $i$ -той строки первой матрицы на соответствующие элементы  $k$ -того столбца второй. Определителем квадратной матрицы второго порядка (определителем второго порядка) называется число, равное разности произведений элементов главной диагонали и элементов побочной диагонали.

$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = a_1 \cdot b_2 - a_2 \cdot b_1$$

Определителем квадратной матрицы третьего порядка (определителем третьего порядка) называется число, равное

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{21}a_{32}a_{13} - a_{13}a_{22}a_{31} - a_{12}a_{21}a_{33} - a_{23}a_{32}a_{11}$$

#### Порядок выполнения работы:

4. Запишите задание.
5. Определите, какие действия, и по каким правилам необходимо выполнить. Прочитайте конспект.
6. Выполните действия. Проверьте правильность вычислений.

#### Ход работы:

Вычислить определители:

$$\begin{vmatrix} 2 & -4 \\ 3 & 6 \end{vmatrix} = 2 \cdot 6 - 3 \cdot (-4) = 12 + 12 = 24$$

$$\begin{vmatrix} 5 & -2 & 1 \\ 3 & 1 & -4 \\ 6 & 0 & -3 \end{vmatrix} = 5 \cdot 1 \cdot (-3) + (-2) \cdot (-4) \cdot 6 + 3 \cdot 0 \cdot 1 -$$

$$6 \cdot 1 \cdot 1 - 3 \cdot (-2) \cdot (-3) - 0 \cdot (-4) \cdot 5 = -15 + 48 - 6 - 18 =$$

$$= 48 - 39 = 9$$

$$\begin{vmatrix} 4 & 0 & 5 \\ -6 & 2 & -7 \\ 1 & -3 & 2 \end{vmatrix} = 4 \cdot 2 \cdot 2 + 0 \cdot (-7) \cdot 1 + (-6) \cdot (-3) \cdot$$

5 -

$$\begin{aligned}
 & -5 \cdot 2 \cdot 1 - (-6) \cdot 0 \cdot 2 - (-3) \cdot (-7) \\
 & = 16 + 0 + 90 - 10 - 0 - 84 = 12
 \end{aligned}$$

**Форма представления результата:** выполненная работа.

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

## Тема 4.2 Системы линейных уравнений.

### Практическая работа № 15

#### Решение систем линейных уравнений методом Крамера и методом Гаусса

**Цель работы:** научиться решать системы линейных уравнений, используя формулы Крамера.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- решать системы двух линейных уравнений с двумя неизвестными методом Крамера и Гаусса;

решать системы трех линейных уравнений с тремя неизвестными методом Крамера и Гаусса;

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальные задания, учебники, конспекты лекций.

**Задание:**

Решить системы линейных уравнений методом Крамера и Гаусса:

$$\begin{array}{l}
 1) \begin{cases} 3x - 5y = 11 \\ 2x + 3y = 20 \end{cases} \\
 2) \begin{cases} 3x + 3y - 5z = -2 \\ x + y + 2z = 3 \\ 2x - y + 7z = 27 \end{cases}
 \end{array}$$

### Краткие теоретические сведения:

Пусть дана система двух линейных уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 = b_2 \end{cases}$$

Составим определитель из коэффициентов при неизвестных. Этот определитель называется определителем системы:  $\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$

Составим определители каждой неизвестной. Определитель  $\Delta_1$  получается из определителя  $\Delta$  путем замены первого столбца коэффициентов столбцом из свободных членов.  $\Delta_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix}$

Определитель  $\Delta_2$  получается из определителя  $\Delta$  путем замены второго столбца коэффициентов столбцом из свободных членов.

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix}$$

Пусть дана система трех линейных уравнений с тремя неизвестными:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3 \end{cases}$$

Составим определитель из коэффициентов при неизвестных. Этот определитель называется определителем системы:  $\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$

Составим определители каждой неизвестной. Определитель  $\Delta_1$  получается из определителя  $\Delta$  путем замены первого столбца коэффициентов столбцом из свободных членов.

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & a_{13} \\ b_2 & a_{22} & a_{23} \\ b_3 & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

Определитель  $\Delta_2$  получается из определителя  $\Delta$  путем замены второго столбца коэффициентов столбцом из свободных членов.

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 & a_{13} \\ a_{21} & b_2 & a_{23} \\ a_{31} & b_3 & a_{33} \end{vmatrix}$$

Определитель  $\Delta_3$  получается из определителя  $\Delta$  путем замены третьего столбца коэффициентов столбцом из свободных членов.

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & b_3 \end{vmatrix}$$

Чтобы вычислить значения неизвестных, воспользуемся формулами Крамера:  $x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}$ ;  $x_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}$ ;  $x_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta}$

Метод Гаусса является одним из наиболее универсальных методов решения систем линейных уравнений. Он состоит в последовательном исключении неизвестных.

Процесс решения по методу Гаусса состоит из двух этапов. На первом этапе (прямой ход) система приводится к ступенчатому виду. На втором этапе (обратный ход) идет последовательное определение неизвестных из этой ступенчатой системы.

На практике удобнее работать не с системой уравнений, а с расширенной матрицей, выполняя все элементарные преобразования над ее строками.

Элементарными преобразованиями матрицы являются:

- перестановка строк местами;
- умножение некоторой строки на любое, не равное нулю число;
- прибавление к элементам одной строки соответствующих элементов другой строки, умноженных на одно и то же число

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Запишите систему уравнений.
2. Запишите и вычислите определитель системы.
3. Вычислите определители каждой неизвестной.
4. Найдите значения неизвестных, используя формулы Крамера.
5. Решить систему уравнений методом Гаусса

#### **Ход работы:**

Рассмотрим пример:

Решить систему уравнений методом Крамера:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 0; \\ 2x_1 - x_2 + 4x_3 = 5; \\ 3x_1 + x_2 - x_3 = 5 \end{cases}$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -3 \\ 2 & -1 & 4 \\ 3 & 1 & -1 \end{pmatrix};$$

$$\Delta A = \begin{vmatrix} 1 & 2 & -3 \\ 2 & -1 & 4 \\ 3 & 1 & -1 \end{vmatrix} = 10 \neq 0$$

Вычислим определители каждой переменной:

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 0 & 2 & -3 \\ 5 & -1 & 4 \\ 5 & 1 & -1 \end{vmatrix} = 0 - 15 + 40 - 15 + 10 - 0 = 20$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & -3 \\ 2 & 5 & 4 \\ 3 & 5 & -1 \end{vmatrix} = -5 - 30 + 0 + 45 - 0 - 20 = -10$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & -1 & 5 \\ 3 & 1 & 5 \end{vmatrix} = -5 + 0 + 30 - 0 - 20 - 5 = 0$$

$$x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{20}{10} = 2;$$

$$x_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{-10}{10} = -1;$$

$$x_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{0}{10} = 0$$

Ответ: (2;-1;0).

Решить систему уравнений методом Гаусса:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 0; \\ 2x_1 - x_2 + 4x_3 = 5; \\ 3x_1 + x_2 - x_3 = 5 \end{cases}$$

Составим расширенную матрицу из коэффициентов при неизвестных и свободных членов:

$$(A|B) = \left( \begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & -3 & 0 \\ 2 & -1 & 4 & 5 \\ 3 & 1 & -1 & 5 \end{array} \right)$$

Выполним элементарные преобразования над строками матрицы:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & -3 & | & 0 \\ 2 & -1 & 4 & | & 5 \\ 3 & 1 & -1 & | & 5 \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} 1 & 2 & -3 & | & 0 \\ 0 & -5 & 10 & | & 5 \\ 0 & -5 & 8 & | & 5 \end{pmatrix} \sim \begin{pmatrix} 1 & 2 & -3 & | & 0 \\ 0 & 1 & -2 & | & -1 \\ 0 & -5 & 8 & | & 5 \end{pmatrix} \sim$$

$$\sim \begin{pmatrix} 1 & 2 & -3 & | & 0 \\ 0 & 1 & -2 & | & -1 \\ 0 & 0 & -2 & | & 0 \end{pmatrix}$$

Полученной матрице соответствует система уравнений:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 0 \\ x_2 - 2x_3 = -1 \\ -2x_3 = 0 \end{cases};$$

Начиная снизу вверх, находим значения неизвестных:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 0 \\ x_2 - 2x_3 = -1 \\ x_3 = 0 \end{cases}; \quad \begin{cases} x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 0 \\ x_2 = -1 \\ x_3 = 0 \end{cases};$$

$$\begin{cases} x_1 + 2 \cdot (-1) = 0 \\ x_2 = -1 \\ x_3 = 0 \end{cases};$$

$$\begin{cases} x_1 = 2 \\ x_2 = -1 \\ x_3 = 0 \end{cases}.$$

Ответ: (2;-1;0).

**Форма представления результата:** выполненная работа.

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объем выполненной части работы не

позволяет сделать правильных выводов.

## Тема 4.2 Системы линейных уравнений. Практическая работа № 16 Решение систем линейных уравнений с помощью обратной матрицы

**Цель работы:** научиться решать системы линейных уравнений матричным методом.

**Выполнив работу, Вы будете:**

уметь:

- составлять по данной системе линейных уравнений матричное уравнение;
- находить обратную матрицу;
- находить решение системы линейных уравнений с помощью обратной матрицы.

**Материальное обеспечение:**

Индивидуальные задания , учебники, конспекты лекций.

**Задание:**

Решите системы линейных уравнений:

$$1. \begin{cases} 3x_1 - x_2 + x_3 = 3 \\ x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 0 \\ 5x_1 + x_2 - 7x_3 = -1 \end{cases} \quad 2. \begin{cases} 2x_1 + 2x_2 - x_3 = 3 \\ 3x_1 - x_2 + 5x_3 = -2 \\ 7x_1 + 8x_2 - 6x_3 = 13 \end{cases}$$

**Краткие теоретические сведения:**

Пусть задана система линейных уравнений:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1; \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \end{cases}$$

Составим матричное уравнение:  $AX = B$ , где

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}; X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix}.$$

$$X = A^{-1} \cdot B$$

Чтобы вычислить обратную матрицу, нужно:

- a) вычислить определитель матрицы A ( $\Delta A \neq 0$ );

б) найти алгебраические дополнения для каждого элемента матрицы  $A$ ;

в) транспонировать матрицу из алгебраических дополнений;

г) найти обратную матрицу:  $A^{-1} = \frac{1}{\Delta A} \begin{pmatrix} A_{11} & A_{21} & \dots & A_{m1} \\ A_{12} & A_{22} & \dots & A_{m2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{1n} & A_{2n} & \dots & A_{mn} \end{pmatrix}$

Чтобы найти неизвестную матрицу  $X$ , нужно умножить обратную матрицу  $A^{-1}$  на матрицу  $B$ , состоящую из свободных членов.

**Порядок выполнения работы:**

1. Запишите систему линейных уравнений.
2. Составьте матричное уравнение.
3. Вычислите обратную матрицу.
4. Найдите значения неизвестных.
5. Запишите ответ.

**Ход работы:**

Рассмотрим пример:

Решить систему уравнений:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - 3x_3 = 0; \\ 2x_1 - x_2 + 4x_3 = 5; \\ 3x_1 + x_2 - x_3 = 5 \end{cases}$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -3 \\ 2 & -1 & 4 \\ 3 & 1 & -1 \end{pmatrix}; X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 0 \\ 5 \\ 5 \end{pmatrix}.$$

$$\Delta A = \begin{vmatrix} 1 & 2 & -3 \\ 2 & -1 & 4 \\ 3 & 1 & -1 \end{vmatrix} = 10 \neq 0$$

$$A_{11} = (-1)^2 \begin{vmatrix} -1 & 4 \\ 1 & -1 \end{vmatrix} = 1 - 4 = -3$$

$$A_{12} = (-1)^3 \begin{vmatrix} 2 & 4 \\ 3 & -1 \end{vmatrix} = -(-2 - 12) = 14$$

$$A_{13} = (-1)^4 \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ 3 & 1 \end{vmatrix} = 2 + 3 = 5$$

$$A_{21} = -1;$$

$$A_{22} = 8;$$

$$A_{23} = 5;$$

$$A_{31} = 5; A_{32} = -10; A_{33} = -5.$$

$$A^{-1} = \frac{1}{10} \begin{pmatrix} -3 & -1 & 5 \\ 14 & 8 & -10 \\ 5 & 5 & -5 \end{pmatrix}$$

$$X = A^{-1} \cdot B = \frac{1}{10} \begin{pmatrix} -3 & -1 & 5 \\ 14 & 8 & -10 \\ 5 & 5 & -5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 5 \\ 5 \end{pmatrix} =$$

$$\frac{1}{10} \cdot \begin{pmatrix} 20 \\ -10 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Ответ: (2;-1;0).

**Форма представления результата:** выполненная работа.

**Критерии оценки:**

**Оценка "отлично"** ставится, если работа выполнена в полном объёме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполнены все записи и вычисления.

**Оценка "хорошо"** ставится, если выполнены требования к оценке "отлично", но допущены 2-3 недочета.

**Оценка "удовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью, но объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

**Оценка "неудовлетворительно"** ставится, если работа выполнена не полностью или объём выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.