

Содержание

Лабораторная работа №1.	
Тема: «Программирование линейных вычислительных процессов».....	5
Лабораторная работа №2.	
Тема «Программирование разветвляющихся вычислительных процессов».....	7
Лабораторная работа №3.	
Тема «Условный оператор в С++. Вычисление значения функции, проверка попадания точки в область на плоскости».....	9
Лабораторная работа №4.	
Тема «Программирование циклических вычислительных процессов с варьируемым параметром цикла».....	13
Варианты заданий.....	19
Лабораторная работа №7.	
Тема «Применение функций для решения нелинейных уравнений».....	22
Лабораторная работа № 8.	
Тема «Обработка одномерных массивов».....	23
Лабораторная работа № 9	
Тема «Указатели и динамические массивы. Использование указателей в качестве аргументов функций».....	25
Лабораторная работа № 10.	
Тема «Обработка двумерных массивов».....	28
Лабораторная работа № 11.	
Тема «Программирование задач линейной алгебры».....	31
Лабораторная работа № 12 .	
Тема «Структуры в С++».....	35
Лабораторная работа № 13 .	
Тема «Текстовые и двоичные файлы в С++».....	37
Лабораторная работа № 14 .	
Тема «Динамические структуры в С++. Текстовые и двоичные файлы».....	39
Лабораторная работа №15.	
Тема «Программирование на С++ с использованием классов. Перегрузка операторов».....	45
Лабораторная работа №16.	
Тема «Программирование на С++ с использованием классов. Массивы объектов . Наследование».....	55
Список литературы.....	61

Лабораторная работа №1.

Тема: «Программирование линейных вычислительных процессов»

Цель работы: Изучить структуру программы на языке С++ [1, с. 10-33, с. 47-48]. Ознакомиться с операторами ввода и вывода [1, с. 49-52]. Ознакомиться с программированием математических формул [1, с. 47].

Задание: Написать две программы на языке С++ для расчета значений переменных y и z по заданным формулам (табл. 1.1). В первой программе использовать для ввода функцию **scanf**, для вывода – функцию **printf**. Во второй программе использовать операторы потокового ввода-вывода **cin** и **cout**. Определить разность между значениями y и z . В программе предусмотреть ввод исходных данных с экрана дисплея. Предварительно вычислите ожидаемые значения y и z с помощью калькулятора. Убедитесь, что значения, вычисленные с помощью калькулятора, совпадают с результатами, которые получаются в результате работы программы.

Таблица 1.1. Варианты заданий к лабораторной работе №1

<p>Вариант 1</p> $y = \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} + 3\alpha\right)}{1 - \sin(3\alpha - \pi)} ; z = \operatorname{ctg}\left(\frac{5}{4}\pi + \frac{3}{2}\alpha\right)$	<p>Вариант 2</p> $y = \cos \alpha + \sin \alpha + \cos 3\alpha + \sin 3\alpha$ $z = 2 \sqrt{2} \cos \alpha \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4} + 2\alpha\right)$
<p>Вариант 3</p> $y = \frac{\sin 2\alpha + \sin 5\alpha - \sin 3\alpha}{\cos \alpha + 1 - 2 \sin^2 2\alpha}$ $z = 2 \sin \alpha$	<p>Вариант 4</p> $y = \frac{\sin 2\alpha + \sin 5\alpha - \sin 3\alpha}{\cos \alpha - \cos 3\alpha + \cos 5\alpha}$ $z = \operatorname{tg} 3\alpha$
<p>Вариант 5</p> $y = 1 - \frac{1}{4} \sin^2 2\alpha + \cos 2\alpha$ $z = \cos^2 \alpha + \cos^4 \alpha$	<p>Вариант 6</p> $y = \cos \alpha + \cos 2\alpha + \cos 6\alpha + \cos 7\alpha$ $z = 4 \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{5}{2} \alpha \cdot \cos 4\alpha$
<p>Вариант 7</p> $y = \cos^2\left(\frac{3}{8}\pi - \frac{\alpha}{4}\right) - \cos^2\left(\frac{11}{8}\pi + \frac{\alpha}{4}\right)$ $z = \frac{\sqrt{2}}{2} \sin \frac{\alpha}{2}$	<p>Вариант 8</p> $y = 2 \cdot \sin^2(3\pi - 2\alpha) \cos^2(5\pi + 2\alpha)$ $z = \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \sin\left(\frac{5}{2}\pi - 8\alpha\right)$
<p>Вариант 9</p> $y = (\cos \alpha - \cos \beta)^2 - (\sin \alpha - \sin \beta)^2$ $z = -4 \cdot \sin^2 \frac{\alpha - \beta}{2} \cdot \cos(\alpha + \beta)$	<p>Вариант 10</p> $y = \cos^4 a + \sin^2 b + \frac{1}{4} \sin^2 2a - 1$ $z = \sin(b + a) \cdot \sin(b - a)$

Продолжение табл.1.1

Вариант 11 $y = \frac{1 - 2 \sin^2 \alpha}{1 + \sin 3\alpha}$ $z = \frac{1 - \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg} \alpha}$	Вариант 12 $y = \frac{\sin 4\alpha}{1 + \cos 4\alpha} \cdot \frac{\cos 2\alpha}{1 + \cos 2\alpha}$ $z = \operatorname{ctg} \left(\frac{3}{2} \pi - \alpha \right)$
Вариант 13 $y = \frac{\sin \alpha + \cos(2\beta - \alpha)}{\cos \alpha - \sin(2\beta - \alpha)}$ $z = \frac{1 + \sin 2\beta}{\cos 2\beta}$	Вариант 14 $y = \frac{1}{4} \cdot (\sin(\alpha + \beta - \gamma) - \sin(\beta + \gamma - \alpha) + \sin(\gamma + \alpha - \beta) - \sin(\alpha + \beta + \gamma))$ $z = \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot \cos \gamma$
Вариант 15 $y = \frac{\sqrt{2b+2} \sqrt{b^2-4}}{\sqrt{b^2-4} + b + 2}$ $z = \frac{1}{\sqrt{b+2}}$	Вариант 16 $y = \frac{x^2 + 2x - 3 + (x+1) \cdot \sqrt{x^2-9}}{x^2 + 2x - 3 + (x-1) \cdot \sqrt{x^2-9}}$ $z = \sqrt{\frac{x+3}{x-3}}$
Вариант 17 $y = \frac{1}{4} \cdot [\cos(\alpha + \beta - \gamma) + \cos(\beta + \gamma - \alpha) + \cos(\gamma + \alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta + \gamma)]$ $z = \cos \alpha \cdot \cos \beta \cdot \cos \gamma$	Вариант 18 $y = \frac{3 \operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg}^3 \alpha}{1 - 3 \operatorname{tg}^2 \alpha}$ $z = \operatorname{tg} 3\alpha$
Вариант 19 $y = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{1 + \cos \alpha}}$ $z = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$	Вариант 20 $y = \left(\frac{1+a+a^2}{2a+a^2} + 2 - \frac{1-a+a^2}{2a-a^2} \right)^{-1} \cdot (5 - 2a^2)$ $z = \frac{4-a}{2}$
Вариант 21 $y = \frac{1}{8} (\cos 4\alpha + 4 \cos 2\alpha + 3)$ $z = \cos^4 \alpha$	Вариант 22 $y = \frac{4 \operatorname{tg} \alpha - 4 \operatorname{tg}^3 \alpha}{1 - 6 \operatorname{tg}^2 \alpha + \operatorname{tg}^4 \alpha}$ $z = \operatorname{tg} 4\alpha$
Вариант 23 $y = \frac{1}{8} (\cos 4\alpha - 4 \cos 2\alpha + 3)$ $z = \sin^4 \alpha$	Вариант 24 $y = \frac{\cos \alpha + \sin \alpha}{\cos \alpha - \sin \alpha}$ $z = \operatorname{tg} 2\alpha + \sec 2\alpha$
Вариант 25 $y = \frac{1}{4} \cdot [\sin(\alpha + \beta - \gamma) + \sin(\beta + \gamma - \alpha) + \sin(\gamma + \alpha - \beta) - \sin(\alpha + \beta + \gamma)]$ $z = \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma$	Вариант 26 $y = \frac{1}{4} (3 \cdot \sin \alpha - \sin 3\alpha)$ $z = \sin^3 \alpha$

Лабораторная работа №2.

Тема «Программирование разветвляющихся вычислительных процессов»

Цель работы: Изучение условного оператора в языке С++ [1, с. 59-73].

Задание: Составить алгоритм и написать программу на языке С++ решения задачи согласно своего варианта.

Варианты заданий

1. Задана точка M с координатами (x, y) . Определить месторасположение этой точки в декартовой системе координат (является ли эта точка началом координат, лежит на одной из координатных осей или расположена в одном из координатных углов).
2. Задана квадратичная функция вида $y = ax^2 + bx + c$. Вывести сообщения, как направлены ветви параболы, сколько у нее точек пересечения с осью OX .
3. Задан параллелограмм со сторонами a , b и углом α между ними. Определить тип параллелограмма (ромб, прямоугольник или квадрат), если это возможно.
4. Известны углы α и β у основания трапеции. Выяснить, если это возможно, тип трапеции (прямоугольная, равнобедренная, прямоугольник).
5. Задан круг с центром в точке $O(x_0, y_0)$ и радиусом R_0 и точка $A(x_1, y_1)$. Определить месторасположение точки по отношению к кругу (находится внутри круга, вне его или лежит на окружности).
6. Определите, пересекаются ли парабола $y = cx^2 + dx + f$ и прямая $y = ax + b$. При положительном ответе найти точки пересечения.
7. Заданы три функции $y_1 = x^3$, $y_2 = x^3 + 1$, $y_3 = \frac{1}{1 + x^2}$. Определить, являются ли эти функции четными или нечетными.
8. Выяснить, пересекаются ли параболы $y = ax^2 + bx + c$ и $y = dx^2 + ex + f$. При положительном ответе найти точки пересечения.
9. Выяснить, пересекаются ли кривые $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ и $y = ex^3 + fx^2 + gx + h$. При положительном ответе найти точки пересечения.
10. Определите, пересекаются ли кривая $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ и прямая $y = fx + g$. При положительном ответе найти точки пересечения.
11. Задана окружность с центром в точке $O(x_0, y_0)$ и радиусом R_0 и прямая $y = ax + b$. Определить, пересекаются ли прямая и окружность. При положительном ответе найти точки пересечения.
12. Заданы две окружности: с центром в точке $O(x_0, y_0)$ и радиусом R_0 и с центром в точке $O(x_1, y_1)$ и радиусом R_1 . Определите, во скольких точках пересекаются окружности.
13. Заданы три точки на плоскости: M с координатами (x_1, y_1) , L с координатами (x_2, y_2) и H с координатами (x_3, y_3) . Определите, лежат ли они на одной прямой. При отрицательном ответе найти площадь и периметр треугольника MLH .

14. Заданы три точки $A(a_1, a_2, a_3)$, $B(b_1, b_2, b_3)$ и $C(c_1, c_2, c_3)$. Определить, между какими точками расстояние будет наименьшим.
15. Задан треугольник с углами α , β и γ . Определить тип треугольника — остроугольный, прямоугольный или тупоугольный.
16. Заданы точки $A(a_1, a_2)$ и $B(b_1, b_2)$. Определить, лежат ли они на прямой $y=ax+b$.
17. Известны уравнения двух прямых $y=a_1x+b_1$ и $y=a_2x+b_2$. Определить, являются ли эти прямые параллельными или перпендикулярными, если нет, то найти угол между ними.
18. Задан треугольник со сторонами a , b и c . Определить, является ли этот треугольник равносторонним, равнобедренным, если нет, вычислить площадь треугольника.
19. Даны уравнения двух прямых $y=a_1x+b_1$ и $y=a_2x+b_2$. Определить, пересекаются ли эти прямые, совпадают или параллельны.
20. Даны 3 дроби $\frac{a_1}{b_1}$, $\frac{a_2}{b_2}$, $\frac{a_3}{b_3}$. Найти, какая из трех дробей наибольшая.
21. Определить, имеет ли решение система
$$\begin{cases} ax+by=c \\ dx+ey=f \end{cases}$$
. Если решение есть, найти значение x и y .
22. Определить, при каких значениях x и y векторы $A=a_1i+a_2j+xk$ и $B=yi+b_2j+b_3k$ коллинеарны и какой из векторов короче.
23. Проверить коллинеарность векторов $A=(a_1, a_2, a_3)$ и $B=(b_1, b_2, b_3)$. Установить, какой из них длиннее и во сколько раз.
24. Даны координаты вершин двух треугольников ABC и DFG : $A(a_1, a_2)$, $B(b_1, b_2)$, $C(c_1, c_2)$, $D(d_1, d_2)$, $F(f_1, f_2)$, $G(g_1, g_2)$. Определить, периметр какого треугольника больше.
25. Даны две прямые $y=a_1x+c_1$ и $y=a_2x+c_2$. Определить условие перпендикулярности прямых, и если оно не выполняется, найти угол между ними.
26. Задана показательная функция $y=a^x$. Проверить, является ли функция возрастающей (при $a>1$) или убывающей (при $0 \leq a \leq 1$). Задана функция обратной пропорциональности $y=\frac{k}{x}$. Определить, в каких координатных углах расположены ветви гиперболы.

Лабораторная работа №3.

Тема «Условный оператор в C++. Вычисление значения функции, проверка попадания точки в область на плоскости»

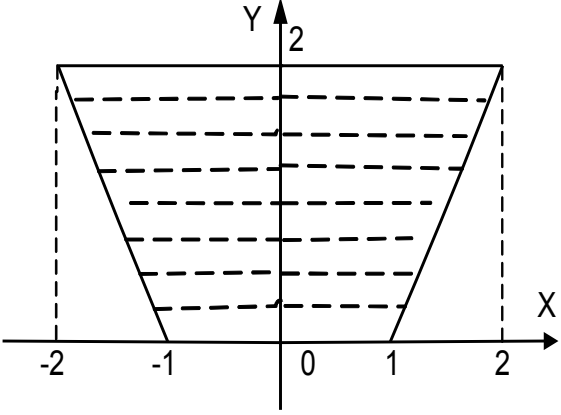
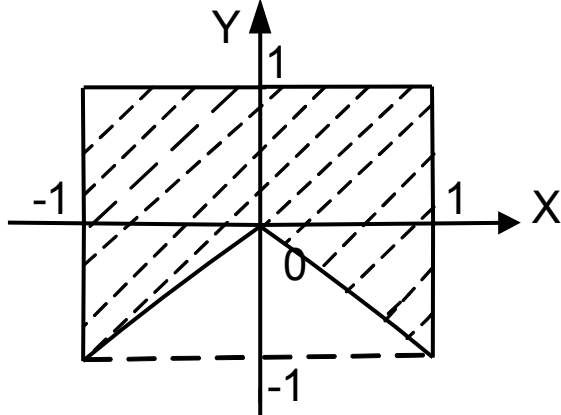
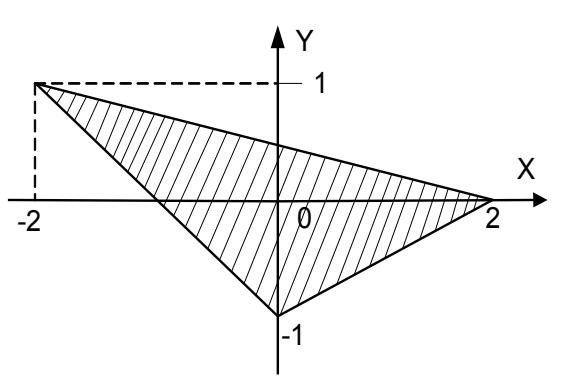
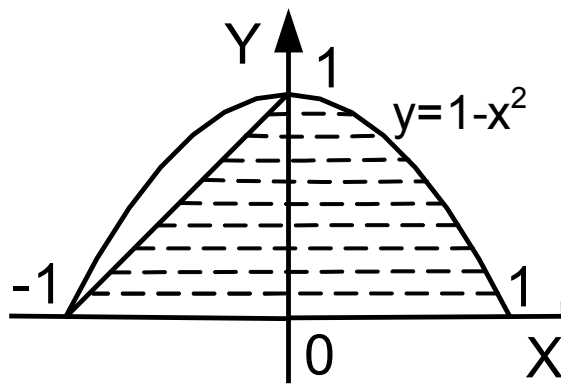
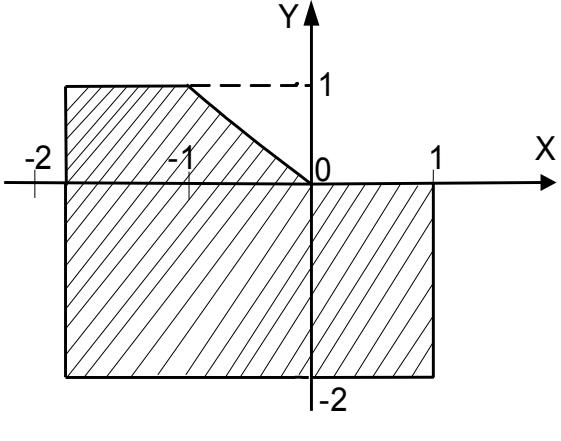
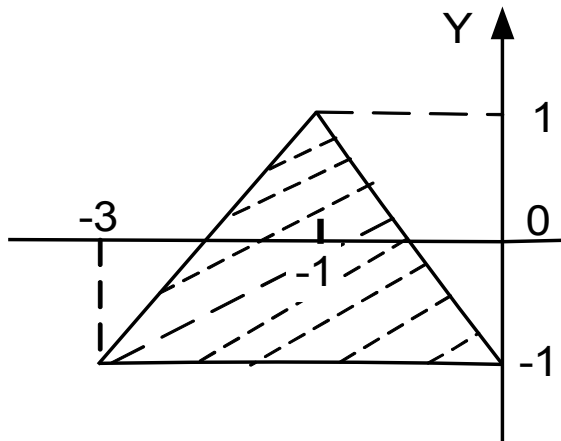
Цель работы: Изучение условного оператора в языке C++ [1, с. 59-73].

Задание. Составить алгоритм и написать программу для решения задачи согласно своему варианту (табл. 3.1).

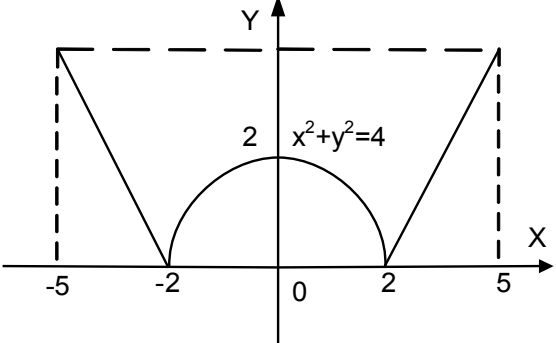
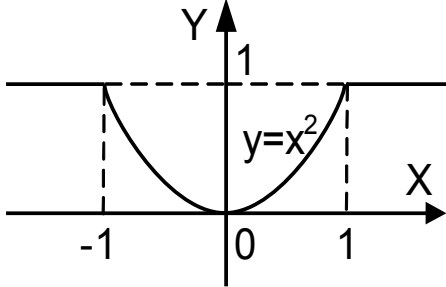
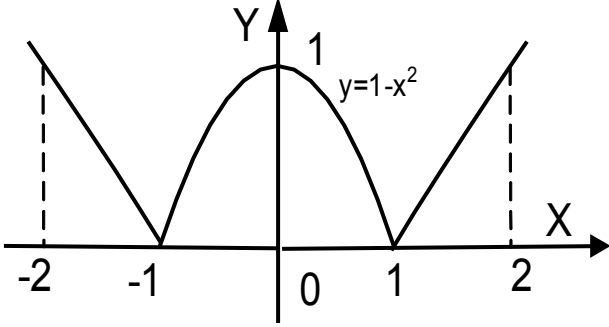
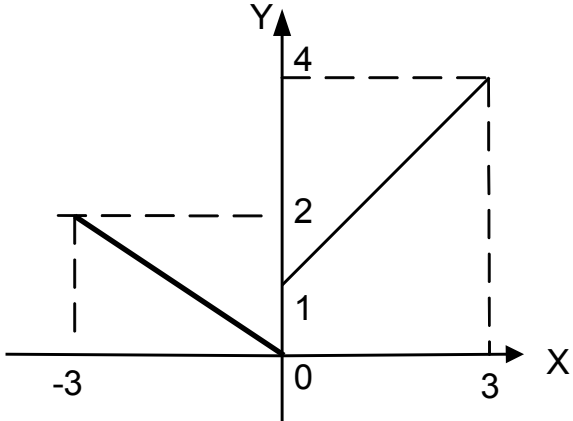
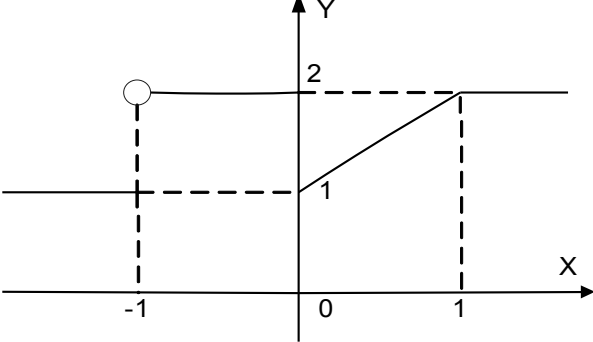
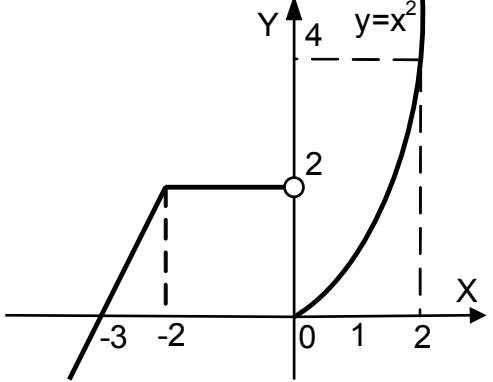
Таблица 3.1. Варианты заданий к лабораторной работе №3

№	Условие задачи	№	Условие задачи
<p>Даны вещественные числа x и y. Определить принадлежит ли точка с координатами $(x; y)$ заштрихованной части плоскости.</p>			
1		2	
3		4	
5		6	

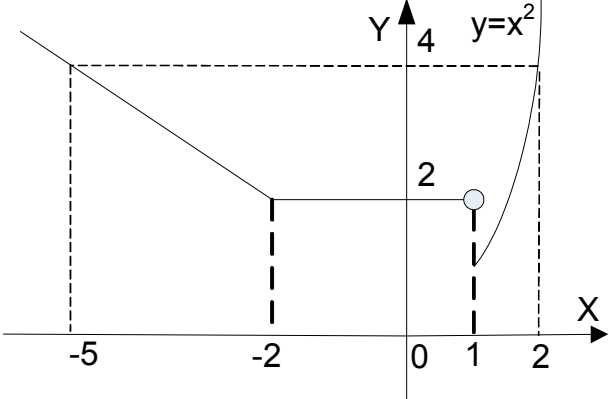
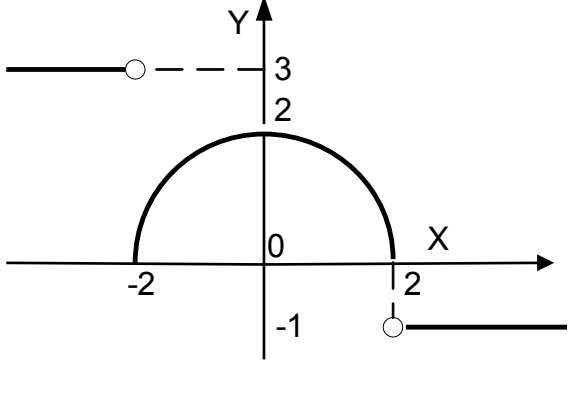
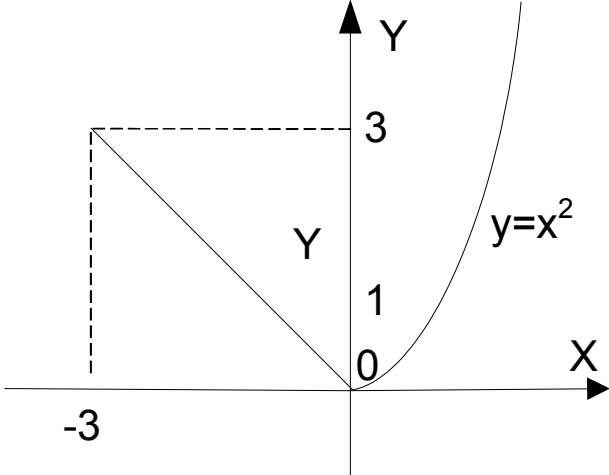
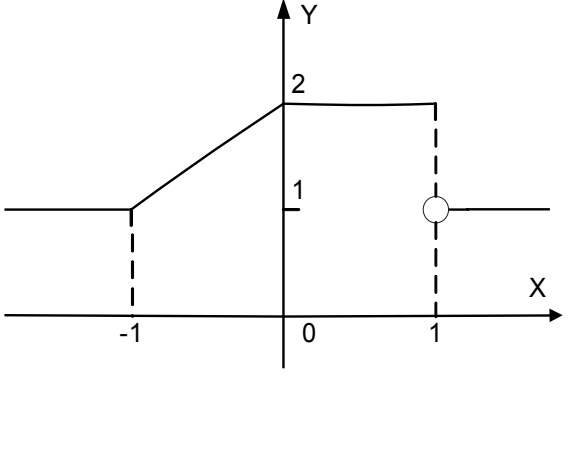
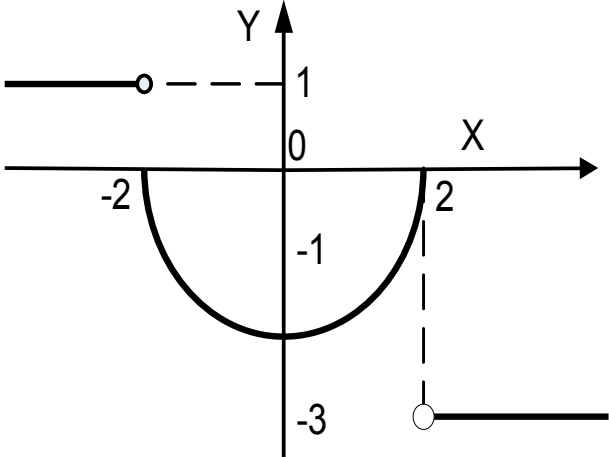
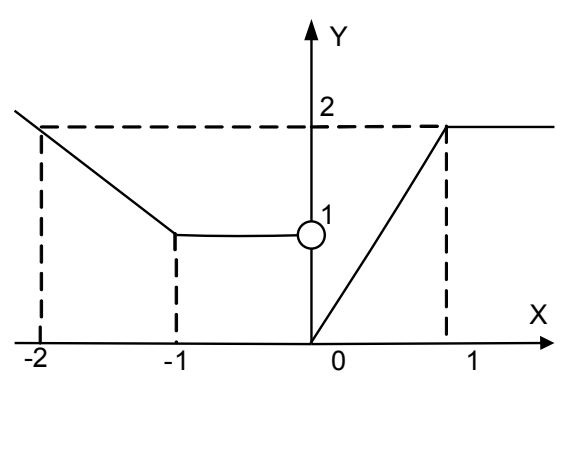
Продолжение табл. 3.1.

№	Условие задачи	№	Условие задачи
<p>Даны вещественные числа x и y. Определить принадлежит ли точка с координатами $(x; y)$ заштрихованной части плоскости.</p>			
7		8	
9		10	
11		12	

Продолжение табл. 3.1.

№	Условие задачи	№	Условие задачи
<p>Дано вещественное число a. Для функции $y=f(x)$, график которой приведен ниже вычислить $f(a)$.</p>			
13		14	
15		16	
17		18	
19		20	

Продолжение табл. 3.1.

№	Условие задачи	№	Условие задачи
<p>Дано вещественное число a. Для функции $y=f(x)$, график которой приведен ниже вычислить $f(a)$.</p>			
21		22	
23		24	
25		26	

Лабораторная работа №4.

Тема «Программирование циклических вычислительных процессов с варьируемым параметром цикла»

Цель работы: Изучение операторов цикла в языке С++ [1, с. 77-82].

Задание. Составить алгоритм решения задачи согласно своему варианту. В отчете предоставить три программы с разными операторами цикла (*do ...while*, *while*, *for*). В алгоритме и программе массивов не использовать.

Варианты заданий

- Вычислить значения y , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $y = \frac{\sqrt[3]{|a-x^2|} \ln(2+a^2+x^4)}{2}$.
 Вычислить всех сумму, произведение ненулевых и количество отрицательных значений y . На экран выводить каждую третью пару значений x и y . Контрольный расчёт провести при $a=2.17$, $x_n=-1.5$, $x_k=0.5$, $dx=0.2$.
- Вычислить значения z , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $z = \frac{\sqrt[3]{x^4+ax}}{\sin(13,2+x)}$. Определить среднее арифметическое вычисленных z . Найти количество $z > a$. На экран выводить каждую четвертую пару значений x и z . Контрольный расчёт провести при $a=5.27$, $x_n=1$, $x_k=10$, $dx=1$.
- Вычислить значения t , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $t = \frac{|a-b\sqrt[3]{x}|}{\cos(b)+\sin(a)-12}$. Определить $F = \frac{\sum t}{\prod t}$. На экран выводить каждую вторую пару значений x и t .
 Контрольный расчёт провести при $a=3.5$, $b=6.8$, $x_n=-3$, $x_k=3$, $dx=0.5$
- Вычислить значения t , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $t = \frac{\sqrt[3]{ax}}{5+\cos(a)+e^x}$. Вычислить сумму положительных значений t , произведение отрицательных t , количество всех значений t . На экран выводить каждую вторую пару значений x и t . Контрольный расчёт провести при $a=1.23$, $x_n=-0.5$, $x_k=0.5$, $dx=0.1$.
- Вычислить значения z , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $z = \frac{\sqrt[3]{\frac{1}{7+x^2}}}{14,5+\log(a^2+3)}$. Вычислить

$F = \prod_{z < a} z + \sum_{z \geq a} z$. На экран выводить каждую третью пару значений x и z .

Контрольный расчёт провести при $a=2.62$, $xn=-3$, $xk=3$, $dx=0.6$.

6. Вычислить значения t , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $t = \frac{a + \sqrt[3]{x}}{a^7 + \ln(a+x)}$. Вычислить сумму значений $t \geq a$, произведение всех значений t , количество отрицательных t . На экран выводить каждую вторую пару значений x и t . Контрольный расчёт провести при $a=3.72$, $xn=-1$, $xk=3$, $dx=0.2$.
7. Вычислить значения t , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $t = (a+b)^2 \sqrt{\frac{a+x}{\sin(b+x)+1,1}}$. Вычислить количество отрицательных значений x . Определить минимальное значение среди вычисленных значений t . На экран выводить каждую вторую пару значений x и t . Контрольный расчёт провести при $a=6.13$, $b=3.42$, $xn=-2$, $xk=3$, $dx=0.5$.
8. Вычислить значения y , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $y = \frac{a^2 + b \sqrt[3]{x}}{3,56 + \sin(a+b) + e^x}$. Определить максимальное значение y и среднее значение среди положительных элементов y . На экран выводить каждую третью пару значений x и y . Контрольный расчёт провести при $a=2.89$, $b=14,34$, $xn=-50$, $xk=50$, $dx=2.5$.
9. Вычислить значения z , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $z = a \cdot \sqrt[5]{\frac{ax^7}{\cos(a^3)+1,31}}$. Определить разницу между минимальным и максимальным значениями z . На экран выводить каждую вторую пару значений x и z . Контрольный расчёт провести при $a=2.94$, $xn=1.5$, $xk=5.5$, $dx=0.4$.
10. Вычислить значения z , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $z = \frac{\sqrt[3]{(a^2 - 2ab + x)}}{5,55 + (a+b)^2 + e^x}$. Определить минимальное значение среди значений $z \leq 0$, максимальное среди $z > 0$. На экран выводить каждую вторую пару значений x и z . Контрольный расчёт провести при $a=4.32$, $b=8.13$, $xn=-3$, $xk=4$, $dx=0.7$.
11. Вычислить значения z , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $z = \sin(\cos(x))$. Определить сумму значений $z > x$ и произведение $z \leq x$. На экран выводить каждую третью пару значений x и z . Контрольный расчёт провести при $xn=-\pi$, $xk=-\pi$, $dx=\pi/10$.
12. Вычислить значения y , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $y = e^{\cos(x^3)}$. Определить

максимальное среди значений $y > x$ и минимальное среди $y \leq x$. На экран выводить каждую третью пару значений x и y . Контрольный расчёт провести при $x_n = -\pi$, $x_k = -\pi$, $dx = \pi/20$.

13. Вычислить значения y , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $y = \frac{\sqrt[5]{a \sqrt[3]{bx+x}}}{12}$. Вычислить среднее

арифметическое среди положительных значений y , и среднее геометрическое – среди отрицательных y (если это возможно). На экран выводить каждую третью пару значений x и y . Контрольный расчёт провести при $a=6.42$, $b=3.17$, $x_n=-3$, $x_k=3$, $dx=0.1$.

14. Вычислить значения z , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $z = \frac{\sqrt[4]{x^3+ax}}{\ln \sqrt{x^2+4,4}}$. Вычислить

максимальное значение среди $z \in [15, 20]$. На экран выводить каждую пятую пару значений x и z . Контрольный расчёт провести при $a=5.27$, $x_n=1$, $x_k=10$, $dx=0.1$.

15. Вычислить значения z , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $z = \frac{\sqrt[3]{x^4+(a-4)x}}{\sin(x)+\cos(x^2)+3}$. Вычислить

максимальное по модулю значение z при $x \in [-10, 3]$. На экран выводить каждую третью пару значений x и z . Контрольный расчёт провести при $a=5.27$, $x_n=-10$, $x_k=10$, $dx=0.1$.

16. Вычислить значения y , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $y = \frac{\sqrt{|a+x^2| \cdot \ln(a^2+3.4)}}{2}$.

Вычислить сумму, произведение и количество положительных значений y . На экран выводить каждую вторую пару значений x и y . Контрольный расчёт провести при $a=2.17$, $x_n=-1.5$, $x_k=1.5$, $dx=0.2$.

17. Вычислить значения z , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $z = \frac{\sqrt[3]{x+\sin(ax)}}{\ln(a^4+2,65)}$. Определить

среднее арифметическое положительных значений z . На экран выводить все значения x и z . Контрольный расчёт провести при $a=5.27$, $x_n=1$, $x_k=10$, $dx=1$.

18. Вычислить значения t , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $t = \frac{|b-a\sqrt[5]{x}|}{\lg(13,2+x^2)}$. Определить

$S = \sum_{t \geq 0} t$; $P = \prod_{t \neq 0} t$, найти их соотношение $F = \frac{S}{P}$, вычислить количество

- положительных значений t . На экран выводить все значения x и t . Контрольный расчёт провести при $a=3.5$, $b=2.18$, $xn=-4$, $xk=4$, $dx=0.5$.
19. Вычислить значения t , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $t = \sin(ax) + \sqrt[3]{a+x} - e^x$. Вычислить сумму отрицательных значений t , произведение ненулевых t , количество положительных значений t . На экран выводить каждую вторую пару значений x и t . Контрольный расчёт провести при $a=1.23$, $xn=2.5$, $xk=8.5$, $dx=0.2$.
20. Вычислить значения z , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $z = \frac{x^2 \cdot \sqrt[3]{\sin(a+x)^2}}{a}$. Вычислить $F = \prod_{z>0} z + \sum_{z<0} z$. На экран выводить каждую вторую пару значений x и z . Контрольный расчёт провести при $a=1.12$, $xn=3$, $xk=9$, $dx=0.6$.
21. Вычислить значения t , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $t = \frac{e^a + \sqrt{a+x}}{\sin(x) + 2}$. Вычислить сумму значений $t < a$, произведение всех значений t , количество неотрицательных t . На экран выводить каждую третью пару значений x и t . Контрольный расчёт провести при $a=7.27$, $xn=2$, $xk=4$, $dx=0.1$.
22. Вычислить значения t , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $t = \sqrt{\frac{a+x}{\cos(b+x)+10} \cdot \sin(a+x^3)}$. Вычислить количество отрицательных значений x . Определить максимальное значение среди вычисленных значений t . Контрольный расчёт провести при $a=6.13$, $b=3.22$, $xn=2$, $xk=7$, $dx=0.5$. На экран выводить каждую вторую пару значений x и t .
23. Вычислить значения y , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $y = \frac{\cos(a^2) + \sin x \cdot \sqrt[3]{x}}{e^a}$. Определить максимальное значение y и среднее арифметическое значение среди отрицательных элементов y . На экран выводить каждую третью пару значений x и y . Контрольный расчёт провести при $a=4.98$, $xn=-10$, $xk=10$, $dx=2.5$.
24. Вычислить значения z , соответствующие каждому значению x ($xn \leq x \leq xk$, шаг изменения x равен dx) по формуле $z = \sqrt[3]{\frac{\text{tg}(a-x)}{4.35 + \sin(a+x)}}$. Определить разницу между максимальным и минимальным по модулям значениями z . На экран выводить каждую четвертую пару значений x и z . Контрольный расчёт провести при $a=2.94$, $xn=1.5$, $xk=5.5$, $dx=0.2$.

25. Вычислить значения z , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $z = \frac{\sqrt{(a^2 + 2ab + x)}}{\cos(a+x)^2 + e^x}$. Определить минимальное значение среди значений $z > 0$, максимальное среди $z < 0$. Контрольный расчёт провести при $a=1.23$, $b=8.13$, $x_n=3$, $x_k=10$, $dx=0.7$. На экран выводить каждую вторую пару значений x и z .
26. Вычислить значения t , соответствующие каждому значению x ($x_n \leq x \leq x_k$, шаг изменения x равен dx) по формуле $t = \frac{e^{a+x}}{\sin(a+x) + 2.36}$. Вычислить сумму значений t , произведение положительных значений t , количество $t > a$. На экран выводить каждую третью пару значений x и t . Контрольный расчёт провести при $a=1.7$, $x_n=-2$, $x_k=4$, $dx=0.2$.

Лабораторная работа №5.

Тема «Программирование циклических вычислительных процессов. Последовательность чисел»

Цель работы: Изучение операторов цикла в языке С++ [1, с. 77-98].

Задание. Составить алгоритм решения задачи согласно своему варианту и написать программу на языке С++. В алгоритме и программе массивов не использовать.

Варианты заданий

1. Вывести на экран следующую последовательность символов


```
* * * * *
  * * * *
    * * *
      *
        * * *
          * * * * *
            * * * * * *
```
2. Вводится последовательность целых чисел (0 – конец последовательности), найти разность между наименьшим среди положительных и наибольшим среди отрицательных чисел.
3. Вводится последовательность из N целых чисел, найти разность между произведением нечетных чисел и наибольшим среди отрицательных чисел.
4. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Определить, содержит ли последовательность хотя бы два числа, кратных 3, 5 и 7.
5. Вводится последовательность из N целых чисел. Определить наибольшее число среди кратных 11.

6. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Определить, содержит ли последовательность хотя бы три отрицательных четных числа.

7. Вычислить y по формуле для заданного n

$$y = 1 + \frac{x \cdot \ln 2}{1!} + \frac{x \cdot \ln 3}{2!} + \frac{x \cdot \ln 4}{3!} + \dots + \frac{x \cdot \ln(n+1)}{n!}$$

8. Вводится последовательность из N вещественных чисел. Определить наименьшее число, среди чисел больших 20.

9. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Вычислить количество положительных чисел, кратных 7 и не кратных 5, и сумму отрицательных элементов последовательности.

10. Вводится последовательность из N вещественных чисел. Определить среднее арифметическое среди элементов последовательности, кратных 7.

11. Вводится последовательность чисел, 0 – конец последовательности. Определить является ли последовательность строго убывающей.

12. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Определить, содержит ли последовательность хотя бы два рядом стоящих положительных числа.

13. Вводится последовательность из N вещественных чисел. Определить, является ли последовательность знакопеременной.

14. Вводится последовательность из N вещественных чисел. Определить разницу между минимальным положительным и максимальным отрицательным элементами последовательности.

15. Вычислить $R = p!$, где p третье по счету число, делящееся на 9 в диапазоне от $M1$ до $M2$.

16. Найти последние три числа кратные четырем в диапазоне от 1 до N . Вычислить сумму этих чисел.

17. Вывести на экран следующую последовательность символов

```
* * * * *
* * * * *
* * * *
* * *
* *
*
```

18. Вычислить произведение последних трех чисел не кратных 5 в диапазоне от $N1$ до $N2$.

19. Вычислить среднее арифметическое четных чисел, не кратных четырем в диапазоне от 1 до K .

20. Даны значения a и n . Вычислить $P = \frac{(a+2)}{2!} \cdot \frac{(a+4)}{4!} \cdot \dots \cdot \frac{(a+n)}{n!}$.

21. Вывести на экран третье, пятое и шестое число, кратное 3 и 7 в диапазоне от $N1$ до $N2$.
23. Вычислить среднее арифметическое и среднее геометрическое нечетных чисел, кратных 7 в диапазоне от $M1$ до $M2$.
24. Вычислить значение F по формуле $F = -\frac{1}{2!} + \frac{2}{3!} - \frac{3}{4!} + \frac{4}{5!} + \dots + \frac{(-1)^n n}{(n+1)!}$.
25. Вычислить значение S по формуле
$$S = -\sin \frac{\pi}{2} + \sin \frac{\pi}{2^2} - \sin \frac{\pi}{2^3} + \sin \frac{\pi}{2^4} - \dots (-1)^n \sin \frac{\pi}{2^n}$$
26. Найти среднее арифметическое делителей числа N .

Лабораторная работа №6.

Тема «Программирование циклических процессов на языке C++ с использованием функций»

Цель работы: Изучение функций в языке C++ [1, с.100-110]. Знакомство с функциями, возвращающими одно значение.

Задание. Составить алгоритм решения задачи согласно своему варианту и написать программу на языке C++. В отчете предоставить блок-схемы функции согласно задания и основной функции.

Варианты заданий

1. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Для каждого числа последовательности найти количество его делителей (функцией оформить определение количества делителей числа).
2. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Для каждого числа последовательности найти сумму его простых делителей (функцией оформить определение суммы простых делителей числа).
3. Вводится последовательность из N целых чисел. Найти наименьшую по значению цифру в каждом числе последовательности (функцией оформить определение наименьшей цифры числа).
4. Вводится последовательность из N целых чисел. Найти наибольшую по значению четную цифру в каждом числе последовательности (функцией оформить определение наибольшей четной цифры числа).
5. Вводится последовательность из N целых чисел. Найти в каждом числе последовательности сумму четных цифр (функцией оформить определение суммы четных цифр числа).
6. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Найти в каждом числе последовательности количество четных и нечетных цифр (функциями оформить определение количества четных и нечетных цифр числа).
7. Вводится последовательность из N целых чисел. Найти среднее арифметическое цифр каждого числа последовательности (функцией оформить определение среднего арифметического цифр числа).

8. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Для каждого числа последовательности проверить, представляют ли его цифры строго убывающую последовательность, например, 6543 (результатом функции будет 1 – Да, 0 - НЕТ).
9. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Для каждого числа последовательности проверить, представляют ли его цифры строго возрастающую последовательность, например, 1234 (результатом функции будет 1 – Да, 0 - НЕТ).
10. Вводится последовательность из N целых чисел. Найти количество двух- и количество трехразрядных чисел в последовательности (функцией оформить определение количества разрядов числа).
11. Вводится последовательность из N целых чисел. Для каждого числа последовательности вывести новое число, которое получится после записи цифр числа в обратном порядке (функцией оформить определение нового числа для заданного).
12. Вводится последовательность из N целых чисел. Для каждого числа последовательности найти количество цифр 5 (функцией оформить определение количество цифр 5).
13. Дано натуральное число N . Определить $M=N!$. Проверить, как изменилось количество разрядов в числе M по сравнению с количеством разрядов числа N (функцией оформить определение количества разрядов числа).
14. Дано натуральное число N . Уменьшить число в 2 раза (деление нацело). Проверить, изменилось ли в числе после уменьшения количество разрядов (функцией оформить определение количества разрядов числа).
15. Дано натуральное число N , проверить, простое оно или нет. Увеличить его значение на натуральное число M . Проверить, осталось ли оно простым¹ (функцией оформить проверку числа: функция возвращает 1, если число простое, 0 – в противном случае).
16. Вводится последовательность из N целых чисел. Для каждого числа последовательности вывести новое число, которое состоит только из четных цифр исходного числа (функцией оформить определение нового числа для заданного).
17. Вводится последовательность из N целых чисел. Для каждого числа последовательности определить минимальную цифру и ее месторасположение в числе (функция определяет количество цифр в числе).
18. Вводится последовательность из N целых чисел. Найти максимальное совершенное число² в последовательности, если таких несколько, вывести их количество (функцией оформить проверку числа: результатом функции будет 1 – число совершенное, 0 - нет).

¹ Простым называется целое число, которое делится нацело только на само себя и единицу.

² Совершенное число – это целое число, у которого сумма всех делителей, меньших его самого, равна этому числу

19. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Определить среднее арифметическое простых чисел последовательности (функцией оформить проверку числа: результатом функции будет 1 – число простое, 0 - нет).
20. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Найти количество совершенных и простых чисел в последовательности (функцией оформить проверку числа: результатами функций будет: 1 – число простое, 0 – число непростое; 1 – число совершенное, 0 - нет).
21. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Определить минимальное простое число последовательности (функцией оформить проверку числа: результатом функции будет 1 – число простое, 0 - нет).
22. Вводится последовательность из N целых чисел. Каждое простое число последовательности увеличить в два раза, посчитать количество простых чисел в исходной последовательности (функцией оформить проверку числа: результатом функции будет 1 – число простое, 0 - нет).
23. Вводится последовательность целых чисел, 0 – конец последовательности. Найти, каких чисел в последовательности больше - простых или совершенных (функцией оформить проверку числа: результатами функций будет: 1 – число простое, 0 – число непростое; 1 – число совершенное, 0 - нет).
24. Найти первое нечетное и второе четное избыточное число³, (функцией оформить проверку числа: результатом функции будет 1, если число избыточное, 0 – в противном случае).
25. Сформировать последовательность из первых 10 избыточных чисел, найти сумму элементов этой последовательности (функцией оформить проверку числа: результатом функции будет 1, если число избыточное, 0 – в противном случае).
26. Вводится последовательность из N целых чисел. Сформировать последовательность, каждый элемент которой равен сумме цифр исходной последовательности. Найти сумму цифр в сформированной последовательности. (функцией оформить определение суммы цифр числа).

Лабораторная работа №7.

Тема «Применение функций для решения нелинейных уравнений»

Цель работы : Изучение функций в языке С++ , локальные и глобальные переменные [1, с.101-110]. Знакомство с основными методами решения нелинейных уравнений [1, с. 110-120].

Задание. Для заданного нелинейного уравнения выполнить следующие действия:

³ Избыточное число — это положительное целое число n, сумма положительных делителей которого превышает 2n

1. Найти интервал изоляции одного из корней.

2. Написать программу на языке С++ для вычисления корней нелинейного уравнения согласно своего варианта (табл. 7.1), погрешность расчета принять $\varepsilon=0,0001$. В программе реализовать два указанных в варианте метода (1 – метод половинного деления, 2- метод хорд, 3 – метод касательных, 4 – метод простой итерации). Для каждого метода написать функцию, реализующую этот метод. При запуске программы должен появляться запрос, каким способом будет решаться нелинейное уравнение. Результатом работы программы будет значение корня на введенном интервале и количество итераций.

В отчете предоставить описание заданных методов, блок-схемы 2-х функций, реализующих методы решения, блок-схему основной функции и текст программы. Также в отчете должен быть от руки нарисован график заданной функции с указанием интервала изоляции корня.

Таблица 7.1. Варианты заданий к лабораторной работе №7

<i>№</i>	<i>Уравнение</i>	<i>Методы</i>	<i>№</i>	<i>Уравнение</i>	<i>Методы</i>
1	$x - 0,2 \sin(x + 0,5) = 0$	1, 2	9	$(x - 1)^2 - 0,5 e^x = 0$	1, 2
2	$x^2 - \lg(x + 2) = 0$	2, 3	10	$2 \lg x - \frac{x}{2} = 0$	2, 3
3	$x^2 - 20 \sin(x) = 0$	3, 4	11	$2 - x e^x = 0$	3, 4
4	$\ln x + (x + 1)^3 = 0$	1, 3	12	$0,1 x^3 + 3x^2 - 10x - 7 = 0$	1, 3
5	$x^2 - \sin(5x) = 0$	1, 4	13	$0,1 x^2 - e^x = 0$	1, 4
6	$e^x + x^2 = 2$	2, 4	14	$0,1 x^2 - \frac{1}{x^3} = 0$	2, 4
7	$0,8 x^2 - \sin(10x) = 0$	1, 2	15	$0,5 \ln(x) - \frac{1}{x^3} = 0$	1, 4
8	$2 \ln x - \frac{1}{x} = 0$	2, 3	16	$\sin(7x) + 2x = 6$	2, 4

Продолжение табл. 7.1

<i>№</i>	<i>Уравнение</i>	<i>Методы</i>	<i>№</i>	<i>Уравнение</i>	<i>Методы</i>
17	$\sqrt{(x+1)} - \frac{1}{x} = 0$	3, 4	22	$\sin(7x) - x^2 + 15 = 0$	1, 2
18	$x \ln x - 100 = 0$	1, 3	23	$\log(4+x) - \cos(x) = 0$	2, 3
19	$x - \sin(x) = 4$	1, 4	24	$\ln(x) - \cos^2(x) = 0$	3, 4
20	$e^{-x} + x^2 = 0$	2, 4	25	$\frac{4}{x} - 0,2 e^x = 0$	1, 3
21	$x^2 - 3 \cos(x^2) = 0$	1, 4	26	$\sqrt{(x+6,5)} - e^x = 0$	1, 2

Лабораторная работа № 8.

Тема «Обработка одномерных массивов»

Цель работы: Изучение одномерных массивов в языке С++ [1, с. 132-137]. Знакомство с основными алгоритмами работы с одномерными массивами – определение суммы, произведения элементов, поиска максимального или минимального элементов, сортировка элементов массива [1, с. 137-145].

Задание. Составить алгоритм решения задачи согласно своему варианту и написать программу на языке С++.

Варианты заданий

1. В массиве $X(N)$ найти сумму элементов массива, расположенных после максимального элемента.

2. Упорядочить массив $X(N)$ по возрастанию, найти сумму положительных элементов массива.

3. В массиве $X(N)$ найти значение максимального элемента массива и найти, сколько таких элементов.

4. В массиве $X(N)$ найти сумму абсолютных значений элементов и максимальный элемент по модулю.

5. Упорядочить массив $X(N)$ по убыванию, найти $k1$ – количество положительных, $k2$ – количество отрицательных, $k3$ – количество нулевых элементов массива.

6. В целочисленном массиве $X(N)$ найти максимальный элемент среди простых чисел, если простых элементов в массиве нет, то вывести соответствующее сообщение.

7. В массиве $X(N)$ найти $k1$ – количество элементов массива, расположенных после минимального элемента и $k2$ – количество элементов массива, расположенных после максимального элемента.

8. Упорядочить массив $X(N)$ по возрастанию модулей элементов, найти сумму и произведение отрицательных элементов массива.

9. В массиве $X(N)$ найти $S1$ – сумму положительных элементов массива в первой половине массива и $S2$ – сумму отрицательных элементов массива во второй половине массива.

10. В массиве $X(N)$ найти $max1$ – максимальный элемент в первой половине массива и $max2$ – максимальный элемент во второй половине массива.

11. Упорядочить массив $X(N)$ по убыванию модулей, найти среднее арифметическое положительных элементов массива.

12. В массиве $X(N)$ найти максимальный элемент массива и упорядочить по возрастанию все элементы, расположенные после найденного максимального элемента.

13. В массиве $X(N)$ найти произведение ненулевых элементов, количество элементов, превышающих значение среднего арифметического элементов массива.

14. В массиве $X(N)$ найти максимальный элемент среди положительных элементов массива и минимальный среди отрицательных элементов.

15. В массиве $X(N)$ найти процент положительных, отрицательных и нулевых элементов и вывести сообщение, каких элементов больше.

16. В массиве $X(N)$ найти минимальный элемент массива и упорядочить по возрастанию элементы, расположенные до найденного минимального элемента.

17. В целочисленном массиве $X(N)$ найти $max1$ – максимальный элемент среди четных элементов массива и $max2$ – максимальный элемент среди нечетных элементов массива.

18. Упорядочить массив $X(N)$ по возрастанию элементов, найти $S1$ – сумму четных элементов массива и $S2$ – сумму положительных элементов массива.

19. В массиве $X(N)$ найти количество элементов, которые меньше значения среднего арифметического элементов массива. Найти номер минимального положительного элемента.

20. В целочисленном массиве $X(N)$ найти номера и значение максимального четного и минимального нечетного элементов массива.

21. В массиве $X(N)$ найти сумму и произведение элементов массива, расположенных после минимального элемента.

22. В целочисленном массиве $X(N)$ найти max – максимальный элемент среди четных элементов массива и min – минимальный элемент среди всех элементов массива.

23. В массиве $X(N)$ найти $S1$ – сумму положительных элементов массива, расположенных после максимального элемента и $S2$ – сумму отрицательных элементов массива, расположенных до максимального элемента.

24. В массиве $X(N)$ найти значение минимального положительного элемента массива и найти, сколько таких элементов.

25. В массиве $X(N)$ найти среднее арифметическое положительных элементов массива, произведение и количество отрицательных элементов.

26. В массиве $X(N)$ найти сумму $S1$ элементов, расположенных до максимального элемента, и сумму $S2$ элементов, расположенных после максимального элемента. Вывести сообщение, какая из двух сумм больше.

Лабораторная работа № 9

Тема «Указатели и динамические массивы. Использование указателей в качестве аргументов функций»

Цель работы: Знакомство с указателями в С++ [1, с. 157-162]. Изучение одномерных динамических массивов в языке С++ [1, с. 162-166]. Знакомство с функциями, возвращающими несколько значений. Рассмотрение на примерах, как указатели используются в качестве параметров функций [1, с. 166-171].

Задание. Составить алгоритм решения задачи согласно своему варианту и написать программу на языке С++. В отчете предоставить блок-схемы всех функций, текст программы.

Варианты заданий

1. Из целочисленного массива $X(N)$ все четные элементы записать в массив $Y(k)$. Удалить в массивах максимальные элементы. В программе написать функции: формирования массива Y , поиска номера максимального элемента, удаления элемента.
2. В целочисленном массиве $X(N)$ после каждого четного числа вставить максимальный элемент массива. Найти среднее арифметическое элементов массива до и после вставки. В программе написать функции: вставки элемента, поиска максимального элемента, определения среднего арифметического элементов массива.
3. Заданы два целочисленных массива $Y(k)$ и $Z(m)$. Определить в каждом массиве среднее арифметическое простых двузначных чисел. Если таких чисел в массиве больше двух, то удалить их из соответствующего массива. В программе написать функции: вычисления среднего арифметического простых двузначных чисел в массиве и их количества, удаления элемента.
4. Из массива $X(N)$ все положительные элементы записать в массив $Y(k)$. Найти в каждом массиве среднее арифметическое простых элементов. В программе написать функции: формирования массива Y , определения среднего арифметического простых элементов.
5. Из массива $X(N)$ все положительные элементы записать в массив $Y(k)$, а все отрицательные элементы – в массив $Z(m)$. Найти в каждом массиве максимальный по модулю элемент. Удалить в каждом массиве первый элемент. В программе написать функции: формирования массивов Y и Z , определения максимального по модулю элемента, удаления элемента.
6. Из целочисленного массива $X(N)$ записать в массив $Y(k)$ все элементы, превышающие среднее арифметическое значение всех элементов массива X . Удалить в массивах все элементы, не являющиеся простыми числами. В программе написать функции: формирования массива Y , определения среднего арифметического элементов, удаления элемента.
7. В целочисленном массиве $X(N)$ после каждого положительного числа вставить ноль. Найти среднее арифметическое элементов массива до и после вставки. В программе написать функции: вставки элемента, поиска максимального элемента, определения среднего арифметического элементов массива.
8. Из целочисленного массива $X(N)$ все простые числа записать в массив $Y(k)$, а все элементы, не являющиеся простыми числами, – в массив $Z(m)$. Найти в каждом массиве минимальный элемент и удалить его. В программе написать функции: формирования массивов Y и Z , определения минимального по модулю элемента, удаления элемента.
9. В целочисленном массиве $X(N)$ удалить все элементы, расположенные между максимальным и минимальным элементами. Найти среднее арифметическое элементов массива до и после удаления. В программе написать функции: удаления элемента, поиска номеров минимального и максимального элементов, определения среднего арифметического элементов массива.

10. В массиве $X(N)$ определить количество групп элементов, представляющих из себя знакопередающийся ряд. Если такие группы есть, то удалить из массива последнюю такую группу. В программе написать функции: удаления элемента, поиска последней группы знакопередающихся элементов.
11. В целочисленном массиве $X(N)$ удалить все нечетные простые числа. Проверить, как поменялось положение максимального элемента массива. Найти среднее арифметическое элементов массива до и после удаления. В программе написать функции: удаления элемента, поиска номера максимального элемента, вычисления среднего арифметического элементов массива.
12. Записать каждый второй элемент целочисленного массива $X(N)$ подряд в массив $Y(k)$. Определить количество простых чисел в каждом массиве. Вычислить среднее арифметическое всех элементов массивов X и Y . В программе написать функции: формирования массива Y , определения количества простых чисел, вычисления среднего арифметического элементов массива.
13. В целочисленном массиве $X(N)$ определить максимальный элемент среди положительных нечетных элементов и минимальный среди положительных четных элементов. Удалить из массива все совершенные числа, вывести сообщение, сколько элементов было удалено. В программе написать функции: удаления элемента, определения максимального и минимального элементов согласно заданию.
14. Сформировать массив $B(k)$, записав в него каждый второй элемент массива $A(N)$. Вычислить среднее арифметическое отрицательных элементов массивов A и B . Из массива B удалить второй, пятый и шестой элементы (предусмотреть случай, что элементов может быть в массиве меньше). В программе написать функции: формирования массива B , удаления элемента, определения среднего арифметического отрицательных элементов.
15. Задан массив $Z(m)$ целых чисел. Определить, содержит ли массив серии из подряд стоящих простых чисел. Если да, то посчитать количество таких серий. Удалить из массива все двузначные числа. Определить, изменилось ли количество серий. В программе написать функции: вычисления количества серий их подряд стоящих простых элементов, удаления элемента.
16. В массиве целых чисел $X(k)$ удалить все простые элементы, стоящие после максимального элемента. Найти среднее арифметическое элементов массива до и после удаления. В программе написать функции: удаления элемента, определения номера максимального элемента, вычисления среднего арифметического элементов массива.
17. Из целочисленного массива $X(N)$ все нечетные элементы записать в массив $Y(k)$. Удалить из каждого массива все простые двузначные числа. Найти, как изменилось количество простых чисел в каждом массиве после

- удаления. В программе написать функции: формирования массива Y , удаления элемента, определения количества простых чисел в массиве.
18. Из целочисленного массива $X(N)$ удалить два первых простых числа. Проверить, изменилось ли положение максимального элемента. Найти среднее арифметическое положительных элементов до и после удаления. В программе написать функции: удаления элемента, определения номера максимального элемента, вычисления среднего арифметического положительных элементов массива.
 19. Задан упорядоченный по убыванию целочисленный массив $X(N)$. Вставить в массив X некоторое число N , сохранив упорядоченность массива. Найти среднее арифметическое простых чисел в массиве до и после вставки числа. В программе написать функции: вставки элемента, вычисления среднего арифметического простых элементов массива.
 20. Дан массив $X(N)$. Проверить, является ли он знакопеременным. Если нет, то удалить из массива все простые элементы. Проверить, стал ли при этом массив знакопеременным. В программе написать функции: проверки, является ли массив знакопеременным, удаления элемента.
 21. Из целочисленного массива $X(N)$ записать в массив $Y(k)$ каждый второй элемент. Удалить в каждом массиве наибольший и наименьший элементы. В программе написать функции: формирования массива Y , поиска номеров максимального и минимального элементов, удаления элемента.
 22. Задан массив $X(N)$ целых чисел. Поменять местами в массиве последнее простое число и первое положительное. Предусмотреть случай, что массив может не содержать простых. Удалить из массива все четные числа. В программе написать функции: поиска номеров последнего простого и первого положительного элементов, удаления элемента.
 23. Переписать элементы массива целых чисел $X(N)$ в обратном порядке в массив $Y(N)$. Определить положение максимального элемента в каждом массиве. Удалить в каждом массиве первый и последний элементы. В программе написать функции: формирования массива Y , поиска номера максимального элементов, удаления элемента.
 24. Задан два целочисленных массива $X(n)$ и $Z(k)$. В каждом массиве найти максимальный элемент массива, и если это простое число – удалить все элементы, равные максимальному значению. Определить среднее арифметическое положительных элементов массива после удаления. В программе написать функции: поиска максимального элемента, удаления элемента, вычисления среднего арифметического положительных элементов массива.
 25. Задан два массива $X(n)$ и $Y(k)$. Удалить из массивов все элементы, равные максимальному значению. Определить, поменялось ли после удаления положение минимального элемента в каждом массиве. В программе написать функции: поиска максимального элемента, поиска номера минимального элемента, удаления элемента.
 26. Из целочисленного массива $Z(K)$ удалить все положительные четные элементы и отрицательные нечетные элементы. Найти среднее

геометрическое и среднее арифметическое элементов массива до и после удаления. В программе написать функции: удаления элемента, вычисления среднего арифметического, определения среднего геометрического элементов массива.

Лабораторная работа № 10.

Тема «Обработка двумерных массивов»

Цель работы: Изучение двумерных массивов в языке С++ [1, с. 175-179]. Знакомство с основными алгоритмами работы с матрицами – определение суммы, произведения элементов, поиска максимального или минимального элементов, работа с диагоналями квадратной матрицы [1, с. 179-191].

Задание. Составить алгоритм решения задачи согласно своему варианту и написать программу на языке С++.

Варианты заданий

1. Определить сумму и количество простых чисел расположенных вне диагоналей матрицы $B(n,n)$. Если нет простых чисел, то поменять местами элементы главной и побочной диагоналей.
2. Задана матрица $A(n,n)$. Зеркально отразить ее относительно главной диагонали. В преобразованной матрице найти строки, элементы которой образуют возрастающую последовательность.
3. Задана матрица целых чисел $A(n,n)$. Вывести номера столбцов, в которых находится более двух простых чисел. Найти сумму положительных элементов матрицы.
4. Задана матрица $B(n,m)$. Определить количество столбцов, упорядоченных по возрастанию. Определить количество нулевых элементов матрицы.
5. В каждой строке матрицы $F(k,k)$ элемент, лежащий на главной диагонали, если это простое число, заменить значением минимального элемента всей матрицы.
6. В матрице $X(n,n)$ поменять местами элементы на главной и побочной диагоналях. Найти положение максимального элемента в каждой строке.
7. Задана матрица $A(n,n)$. Первый элемент каждого четного столбца заменить средним арифметическим среди простых чисел этого столбца, первый элемент каждого нечетного столбца заменить средним арифметическим среди составных чисел этого столбца
8. Задана матрица $A(n,n)$. Зеркально отразить ее относительно побочной диагонали. В преобразованной матрице найти столбцы, элементы которых образуют убывающую последовательность.
9. Задана матрица $A(n,m)$. Обнулить те строки, где находится наибольшее простое число. Вывести сообщение, если простых чисел нет.
10. Определить номера строки и столбца максимального элемента прямоугольной матрицы $A(n,m)$. Поменять местами первый и

- максимальный элемент матрицы. Подсчитать количество нулевых элементов матрицы и напечатать их индексы.
11. В матрице $P(n,m)$ найти строку с максимальной суммой элементов и поэлементно поменять ее с первой строкой.
 12. Найти сумму элементов квадратной матрицы $X(n,n)$, находящихся по периметру этой матрицы и сумму элементов на ее диагоналях. Если суммы равны, то каждый отрицательный элемент заменить модулем этого же элемента.
 13. Сформировать вектор $D = (d_1, d_2, \dots, d_k)$, каждый элемент которого представляет собой среднее арифметическое значение элементов строк матрицы $C(k,m)$, и вектор $G = (g_1, g_2, \dots, g_m)$ – каждый его элемент должен быть равен количеству отрицательных элементов соответствующего столбца матрицы $C(k,p)$.
 14. Задана матрица $A(n,m)$, в каждом столбце которой минимальный элемент необходимо заменить суммой положительных элементов этого же столбца.
 15. Задана матрица $A(n,n)$. Определить максимальный элемент среди элементов матрицы, расположенных выше главной диагонали, и минимальный элемент среди тех, что находятся ниже главной диагонали. Если эти элементы равны, найти количество таких чисел в матрице.
 16. Поменять местами максимальный элемент матрицы $F(k,p)$ с его первым элементом, а минимальный элемент – с последним. Найти количество положительных, отрицательных и нулевых элементов матрицы.
 17. Проверить, является ли матрица $A(n,n)$ диагональной (все элементы нули, кроме главной диагонали), единичной (все элементы нули, на главной диагонали только единицы) или нулевой (все элементы нули).
 18. Сформировать из некоторой матрицы $A(n,n)$ верхнетреугольную матрицу $B(n,n)$ (все элементы ниже главной диагонали нулевые), нижнетреугольную матрицу $C(n,n)$ (все элементы выше главной диагонали нулевые) и диагональную матрицу $D(n,n)$ (все элементы нули, кроме главной диагонали).
 19. Задана матрица натуральных чисел $A(n,n)$. Все строки, где находится более двух простых чисел, обнулить. Найти среднее арифметическое элементов матрицы до и после обнуления. Вывести сообщение, сколько строк было обнулено.
 20. Вычислить произведение ненулевых элементов матрицы $A(n,n)$, выделенных на рисунке 10. 1 темным цветом.

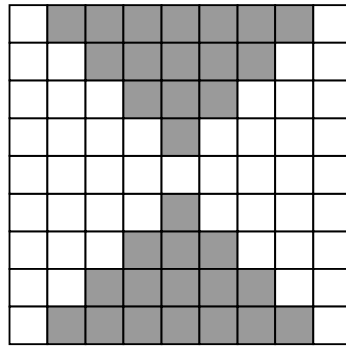


Рисунок 10. 1

21. В матрице $X(n,m)$ на место минимального элемента, если это двузначное число, записать сумму всех остальных элементов. Проверить, остался ли минимальный элемент двузначным числом.
22. В матрице $D(n,m)$ найти и вывести номера столбцов, упорядоченных по убыванию. В каждом столбце найти количество и сумму положительных элементов.
23. В квадратной матрице $X(n,n)$ найти максимальный и минимальный элементы. Поэлементно поменять местами строку с максимальным элементом со столбцом с минимальным элементом.
24. Из матрицы $A(k,l)$ сформировать вектор $B(k)$, каждый элемент которого равен количеству положительных элементов соответствующей строки матрицы A , и вектор $C(k)$, каждый элемент которого равен количеству отрицательных элементов соответствующей строки матрицы A .
25. В матрице $X(n,n)$ найти отношение между максимальным и минимальным по модулям элементами. Предусмотреть случай, что минимальный по модулю элемент может быть равен нулю. Найти сумму элементов, лежащих вне диагоналей матрицы.
26. В матрице $Y(m,m)$ найти максимальный элемент $max1$, находящийся на периметре матрицы, и максимальный элемент $max2$ вне периметра матрицы.

Лабораторная работа № 11.

Тема «Программирование задач линейной алгебры»

Цель работы: Изучение динамических двумерных массивов в языке С++ [1, с. 191-197]. Программирование основных алгоритмов работы с матрицами – сложение, умножение матриц, вычисление определителя матрицы, определение обратной матрицы к заданной, решение систем линейных алгебраических уравнений [1, с. 197-217].

Задание. Составить алгоритм решения задачи согласно своему варианту и написать программу на языке С++. В программе использовать только

динамические массивы. Для умножения матриц, нахождения определителя, решения СЛАУ и т.д. написать функции.

Варианты заданий

1. Дана некоторая матрица $A(n,n)$. Матрица $B(n,n)$ получена из матрицы A по формуле

$$B_{ij} = \begin{cases} A_{ij}^2, & \text{в четных строках} \\ 2A_{ij}, & \text{в нечетных строках} \end{cases} .$$
 Вычислить матрицу $C = 2(A + B^{-1}) - A^T B$.
2. Дана некоторая матрица $A(n,n)$. Матрица $B(n,n)$ получена из матрицы A по формуле

$$B_{ij} = \begin{cases} \frac{A_{ij}^2}{3}, & \text{в четных столбцах} \\ \frac{2}{3} A_{ij}, & \text{в нечетных столбцах} \end{cases} .$$
 Вычислить матрицу $C = (A^2 + B)^{-1} + 4B^T$.
3. Задан массив $C(n)$. Сформировать матрицу $A(n,n)$, как произведение массивов C и C^T и матрицу $B(n,n)$, элементы которой вычислить по формуле

$$B_{ij} = \frac{A_{ij}}{\max[A]}$$
 . Решить матричное уравнение $XA = 3B - E$, где E – единичная матрица.
4. Даны массивы $C(n)$ и $D(n)$. Сформировать матрицу $A(n,m)$, как произведение массивов C и D^T и матрицу B , элементы которой вычислить по формуле

$$B_{ij} = \frac{A_{ij}}{\min[A]}$$
 . Решить матричное уравнение $(2A)X = B + E$, где E – единичная матрица.
5. Квадратная матрица A называется ортогональной, если $A^T = A^{-1}$. Определить является ли данная матрица ортогональной:

$$\begin{vmatrix} 1,00 & 0,42 & 0,54 & 0,66 \\ 0,42 & 1,00 & 0,32 & 0,44 \\ 0,54 & 0,32 & 1,00 & 0,22 \\ 0,66 & 0,44 & 0,22 & 1,00 \end{vmatrix}$$
6. Проверить для матрицы $H = E - \frac{vv^T}{|v|^2}$ (где E – единичная матрица, а $v = \begin{vmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{vmatrix}$) свойство ортогональности: $H^T = H^{-1}$.
7. Дана матрица $P = \begin{vmatrix} 1,00 & 0,42 & 0,54 & 0,66 \\ 0,42 & 1,00 & 0,32 & 0,44 \\ 0,54 & 0,32 & 1,00 & 0,22 \\ 0,66 & 0,44 & 0,22 & 1,00 \end{vmatrix}$. Проверить для неё свойство $P^2 = P$. Вычислить определитель матрицы P .

8. Проверить, образуют ли базис векторы
- $$f_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad f_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}, \quad f_3 = \begin{pmatrix} 5 \\ -2 \\ -3 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad f_4 = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}.$$

Если образуют, то найти координаты вектора $x = [1 \ -1 \ 3 \ -1]^T$ в этом базисе. Для решения задачи необходимо показать, что определитель матрицы F со столбцами f_1, f_2, f_3, f_4 отличен от нуля, а затем вычислить координаты вектора x в новом базисе по формуле $y = F^{-1}x$.

9. Найти вектор x , как решение данной системы уравнений:

$$\begin{cases} 3,75 x_1 + 0,28 x_2 + 0,17 x_3 = 0,75 \\ 2,11 x_1 - 0,11 x_2 - 0,12 x_3 = 1,11 \\ 0,22 x_1 - 3,17 x_2 + 1,81 x_3 = 0,05 \end{cases} \quad \text{. Вычислить модуль вектора } |x|.$$

10. Вычислить скалярное произведение векторов x и y . Вектор $y = [1 \ 1 \ 2 \ -3]$, а вектор x является решением СЛАУ

$$\begin{cases} 5,7 x_1 - 7,8 x_2 - 5,6 x_3 - 8,3 x_4 = 2,7 \\ 6,6 x_1 + 13,1 x_2 - 6,3 x_3 + 4,3 x_4 = -5,5 \\ 14,7 x_1 - 2,8 x_2 + 5,6 x_3 - 12,1 x_4 = 8,6 \\ 8,5 x_1 + 12,7 x_2 - 23,7 x_3 + 5,7 x_4 = 14,7 \end{cases}.$$

11. Вычислить вектор X , решив СЛАУ

$$\begin{cases} 4,4 x_1 - 2,5 x_2 + 19,2 x_3 - 10,8 x_4 = 4,3 \\ 5,5 x_1 - 9,3 x_2 - 14,2 x_3 + 13,2 x_4 = 6,8 \\ 7,1 x_1 - 11,5 x_2 + 5,3 x_3 - 6,7 x_4 = -1,8 \\ 14,2 x_1 + 23,4 x_2 - 8,8 x_3 + 5,3 x_4 = 7,2 \end{cases}.$$

Найти $Y = XX^T$.

12. Вычислить вектор X , решив СЛАУ

$$\begin{cases} 0,34 x_1 + 0,71 x_2 + 0,63 x_3 = 2,08 \\ 0,71 x_1 - 0,65 x_2 - 0,18 x_3 = 0,17 \\ 1,17 x_1 - 2,35 x_2 + 0,75 x_3 = 1,28 \end{cases} \quad \text{. Найти}$$

модуль вектора $|2X - 3|$.

13. Вычислить угол между векторами x и y . Вектор $y = [-1 \ 5 \ -3]$, а вектор x

является решением СЛАУ

$$\begin{cases} 1,24 x_1 + 0,62 x_2 - 0,95 x_3 = 1,43 \\ 2,15 x_1 - 1,18 x_2 + 0,57 x_3 = 2,43 \\ 1,72 x_1 - 0,83 x_2 + 1,57 x_3 = 3,88 \end{cases}$$

14. Решив систему уравнений методом Гаусса, вычислить $H = E - XX^T$.

$$\begin{cases} 8,2 x_1 - 3,2 x_2 + 14,2 x_3 + 14,8 x_4 = -8,4 \\ 5,6 x_1 - 12 x_2 + 15 x_3 - 6,4 x_4 = 4,5 \\ 5,7 x_1 + 3,6 x_2 - 12,4 x_3 - 2,3 x_4 = 3,3 \\ 6,8 x_1 + 13,2 x_2 - 6,3 x_3 - 8,7 x_4 = 14,3 \end{cases}$$

15. Решить СЛАУ $AA^T X = Y$, где $A = \begin{pmatrix} 3 & 6 & 5 & 2 \\ 4 & 6 & 3 & 5 \\ 2 & 3 & 2 & 6 \\ 2 & 2 & 3 & 6 \end{pmatrix}$ $Y = \begin{pmatrix} 3 \\ 0 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix}$.

16. Решить СЛАУ $A^2X=Y^T$, где $A = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 5 & 2 \\ 5 & 2 & 2 & 6 \\ 2 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 3 & 1 \end{vmatrix}$, $Y = [3 \quad 1 \quad 2 \quad 1]$.

17. Решить СЛАУ $2A^T X=Y^2$, где $A = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 5 & 6 \\ 5 & 2 & 2 & 6 \\ 2 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 3 & 1 \end{vmatrix}$ $Y = \begin{vmatrix} 3 \\ 1 \\ 2 \\ 1 \end{vmatrix}$

18. Дана некоторая матрица $A(n,n)$. Матрица $B(n,n)$ получена из матрицы A по

формуле $B_{ij} = \begin{cases} A_{ij}^2, & \text{выше главной диагонали} \\ \frac{1}{3} A_{ij}, & \text{ниже главной диагонали} \\ A_{ij}, & \text{на главной диагонали} \end{cases}$. Найти определитель матрицы $C=B^T A$.

19. Дана некоторая матрица $A(n,n)$. Матрица $B(n,n)$ получена из матрицы A по

формуле $B_{ij} = \begin{cases} A_{ij}^2, & \text{вне диагоналей} \\ A_{ij}^2/3, & \text{на главной диагонали} \\ 4/3 A_{ij}, & \text{на побочной диагонали} \end{cases}$. Найти определитель $|A \cdot B|$.

20. Задан массив $C(n)$. Сформировать матрицу, как произведение массивов C и

C^T и матрицу B , элементы которой вычислить по формуле $B_{ij} = \frac{A_{ij}}{\sum_{i=1}^n A_{ii}}$. Найти

определитель $|2E - A \cdot B|$.

21. Для матрицы $I=2P-E$, где E -единичная матрица, а $P =$

$$\begin{vmatrix} 1,00 & 0,42 & 0,54 & 0,66 \\ 0,42 & 1,00 & 0,32 & 0,44 \\ 0,54 & 0,32 & 1,00 & 0,22 \\ 0,66 & 0,44 & 0,22 & 1,00 \end{vmatrix}$$

Проверить свойство $I^2=E$. При помощи

метода Гаусса решить СЛАУ $Ix = \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{vmatrix}$.

22. Квадратная матрица A является симметричной, если для нее выполняется свойство $A^T=A$. Проверить это свойство для матрицы

$$\begin{vmatrix} 1,00 & 0,42 & 0,54 & 0,66 \\ 0,42 & 1,00 & 0,32 & 0,44 \\ 0,54 & 0,32 & 1,00 & 0,22 \\ 0,66 & 0,44 & 0,22 & 1,00 \end{vmatrix}$$

. Вычислить A^{-1} . Убедитесь, что $AA^{-1}=E$.

23. Ортогональная матрица обладает следующими свойствами: модуль определителя ортогональной матрицы равен 1; сумма квадратов элементов любого столбца ортогональной матрицы равна 1; сумма произведений элементов любого столбца ортогональной матрицы на соответствующие

элементы другого столбца равна 0. Проверить эти свойства для матриц:

$$\begin{vmatrix} 2,00 & 3,01 & 0,12 & 0,11 \\ 2,92 & 0,17 & 0,11 & 0,22 \\ 0,66 & 0,52 & 3,17 & 2,11 \\ 3,01 & 0,42 & 0,27 & 0,15 \end{vmatrix} \quad \text{и} \quad \begin{vmatrix} 2,00 & 2,92 & 0,66 & 3,01 \\ 2,92 & 2,00 & 0,11 & 0,22 \\ 0,66 & 0,11 & 2,00 & 2,11 \\ 3,01 & 0,22 & 2,11 & 2,00 \end{vmatrix}$$

24. Решить СЛАУ: $\begin{vmatrix} 0,42 & 0,26 & 0,33 & -0,22 \\ 0,74 & -0,55 & 0,28 & -0,65 \\ 0,88 & 0,42 & -0,33 & 0,75 \\ 0,92 & 0,82 & -0,62 & 0,75 \end{vmatrix} \cdot X = \begin{vmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{vmatrix}$. Для матрицы $C=XX^T$

проверить условия ортогональности (см. задачу 23): $CC^T=E$ и $C^TC=E$

25. Найти $\|A\|_1 = \max_i \sum_{j=1}^m |a_{ij}|$ и $\|A\|_{11} = \max_j \sum_{i=1}^m |a_{ij}|$ для матрицы

$$\begin{vmatrix} 0,75 & 0,18 & 0,63 & -0,32 \\ 0,92 & 0,38 & -0,14 & 0,56 \\ 0,63 & -0,42 & 0,18 & 0,37 \\ -0,65 & 0,52 & 0,47 & 0,27 \end{vmatrix}^T$$

и вычислить её определитель.

26. Найти $\|A\|_{111} = \sqrt{\sum_{i,j} a_{ij}^2}$ для матрицы $A = \begin{vmatrix} -1,09 & 7,56 & 3,45 & 0,78 \\ 3,33 & 4,45 & -0,21 & 3,44 \\ 2,33 & -4,45 & 0,17 & 2,21 \\ 4,03 & 1,00 & 3,05 & 0,11 \end{vmatrix}^{-1}$.

Лабораторная работа № 12 .

Тема «Структуры в С++»

Цель работы: Изучение структур в языке С++ [1, с. 252-257].

Задание. Написать программу на языке С++ решения задачи согласно своему варианту. В программе создать соответствующую заданию структуру, можно написать функции, реализующие операции со структурами. В программе можно использовать массив переменных созданного типа структуры.

Варианты заданий

1. Создайте структуру, описывающую **точку** в двумерной системе координат (x,y) . С помощью этой структуры задайте две точки. Будет ли прямая, проходящая через эти точки параллельна оси ординат? Оси абсцисс?
2. Создайте структуру **Дата** с элементами *День, Месяц, Год*. Для N человек с заданной датой рождения вывести сообщение, в какой декаде родился человек, в каком сезоне и в каком веке.
3. Создайте структуру **Прямоугольный_Параллелепипед** с элементами – a и b – стороны прямоугольника-основания, h – высота параллелепипеда. Найдите, у какого из N заданных параллелепипедов объем наименьший?
4. Создайте структуру **Время** с элементами *Часы, Минуты*. Реализовать следующую задачу - у прибора зафиксировано время начала работы и время завершения работы в текущий день. Определить общее время работы прибора за неделю.
5. Создайте структуру, описывающую **точку** в трехмерной системе координат (x, y, z) . Найдите расстояние между двумя точками $A(x_1, y_1, z_1)$ и $B(x_2, y_2, z_2)$.
6. Создайте структуру **Треугольник** с тремя элементами a, b, c – длины 3-х сторон. Найдите, у какого из трех заданных треугольников площадь наибольшая?
7. Создайте структуру **Комплексное_Число** с элементами x - действительная и y - мнимая часть. Выполнить операцию с тремя комплексными числами a, b, c $Q = a \cdot (b - c) - c^2$ (можно написать функции, реализующие операции вычитания и умножения комплексных чисел).
8. Создайте структуру **Конус** с элементами – r – основание круга-основания, h – высота конуса. Определить для N заданных конусов объем и площадь поверхности.
9. Создайте структуру **Прямая** с элементами x_1, y_1, x_2, y_2 – координаты двух точек, через которые проходит прямая. Для K заданных прямых вывести уравнение прямых в виде $y = ax + b$.
10. Создайте структуру **Комплексное Число** с элементами x - действительная и y - мнимая часть. Выполнить операцию с тремя комплексными числами a, b, c $Q = a \cdot (b - c) - c^2$ (можно написать функции, реализующие операции вычитания и умножения комплексных чисел).

b, c $Q = a + b^2 + (b + a)$ (можно написать функции, реализующие операции сложения и умножения комплексных чисел).

11. Создайте структуру **Время** с элементами *Часы*, *Минуты*. Известно время продолжительности каждого из N этапов процесса. Определить общее время процесса и минимальное время этапа.
12. Создайте структуру, описывающую **точку** в двумерной системе координат (x, y) . С помощью этой структуры для N точек вывести сообщение, в каком координатном углу расположена точка.
13. Создайте структуру **Парабола** с элементами a, b, c – коэффициенты уравнения $y = ax^2 + bx + c$. Определить для M заданных парабол k – количество парабол, имеющих минимум, и если такие есть, найти, у какой из них минимум функции наибольший, т. е. парабола расположена выше остальных.
14. Создайте структуру **Комплексное Число** с элементами x – действительная и y – мнимая часть. Выполнить операцию с тремя комплексными числами a, b, c $Z = a^2 \cdot (b + c) - c \cdot b$ (можно написать функции, реализующие операции сложения, вычитания и умножения комплексных чисел)
15. Создайте структуру **Парабола** с элементами a, b, c – коэффициенты уравнения $y = ax^2 + bx + c$. Определить для N заданных парабол точки пересечения с осью X .
16. Создайте структуру **Дробь** с элементами a – числитель, b – знаменатель. Даны две дроби. Реализуйте с этими дробями арифметические действия: умножение и деление (можно написать функции, реализующие эти действия).
17. Создайте структуру **Вектор** с элементами x, y, z – декартовы координаты. Определить для M заданных векторов длину каждого вектора и найти номер самого длинного вектора.
18. Создайте структуру **Окружность** с элементами x_0, y_0 – координаты центра, R – радиус. Для N окружностей вычислить длину каждой окружности и определить, пересекаются ли окружности с осями OX и OY .
19. Создайте структуру **Прямая** с элементами a, b – коэффициенты уравнения $y = ax + b$. Для M заданных прямых определить $k1$ – количество прямых, параллельных оси OX , и $k2$ – количество прямых, параллельных оси OY .
20. Создайте структуру **Дробь** с элементами a – числитель, b – знаменатель. Даны две дроби. Реализуйте с этими дробями арифметические действия: сложение и вычитание (можно написать функции, реализующие эти действия).
21. Создайте структуру **Прямая** с элементами a, b – коэффициенты уравнения $y = ax + b$ и структуру **Точка** с элементами x, y – координаты точки. Дана

- одна прямая и M точек, определить количество точек, лежащих на заданной прямой.
22. Создайте структуру **Ромб** с элементами $d1, d2$ – диагонали ромба. Для K заданных ромбов определить $k1$ – количество квадратов и найти ромб с минимальной площадью.
 23. Создайте структуру **Треугольник** с тремя элементами a, b, c – длины 3-х сторон. Для N заданных треугольников найти $k1$ – количество равносторонних треугольников и $k2$ – количество прямоугольных треугольников.
 24. Создайте структуру **Комплексное Число** с элементами x - действительная и y - мнимая часть. Для N заданных комплексных чисел найти числа, у которых модуль наибольший и наименьший.
 25. Создайте структуру **Параллелограмм** с элементами a, b – стороны параллелограмма и α - угол между сторонами. Для K заданных фигур определить $k1$ – количество квадратов и $k2$ – количество прямоугольников.
 26. Создайте структуру **Дата** с элементами *День, Месяц, Год*. Для N человек с заданной датой рождения найти самого младшего и самого старшего человека.

Лабораторная работа № 13 .

Тема «Текстовые и двоичные файлы в С++»

Цель работы : Программирование в С++ с использованием файлов. Изучение возможностей работы с текстовыми и двоичными файлами (чтение из файла, запись в файл) [1, с. 226-243].

Задание. Во всех заданиях составить две программы. Первая программа должна формировать двоичный файл. Вторая программа должна считать данные из двоичного файла, выполнить соответствующие вычисления и записать их результаты в текстовый файл.

Варианты заданий

1. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Из исходного файла сформировать массивы четных и нечетных чисел. Определить наибольший четный компонент файла и наименьший нечетный.
2. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. На основе исходного файла создать массив удвоенных нечетных чисел. Упорядочить его по возрастанию элементов.
3. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Сформировать массив положительных чисел, делящихся на пять без остатка, используя элементы исходного файла. Упорядочить массив по убыванию элементов.

4. Создать двоичный файл, куда записать n вещественных чисел. Из компонентов исходного файла сформировать массивы положительных и отрицательных простых чисел. Вычислить количество нулевых компонентов файла.
5. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Из файла создать массив, элементы которого не являются простыми числами и расположены до минимального элемента.
6. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Из файла целых чисел сформировать массив, записав в него только ненулевые компоненты, находящиеся после максимального элемента.
7. Создать двоичный файл, куда записать n вещественных чисел. Сделать массив из элементов исходного файла, внося в него числа, превосходящие среднее значение среди положительных значений файла.
8. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Из исходного файла сформировать массив, записав в него числа, расположенные в файле до минимального элемента и после максимального.
9. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Массив создать из исходного файла. Внести в него числа, расположенные в файле между минимальным и максимальным элементами.
10. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Из исходного файла сформировать массив, в котором вначале расположить четные, а затем нечетные числа. Определить номера наибольшего нечетного и наименьшего четного компонентов.
11. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. В файле поменять местами максимальное среди отрицательных и наибольшее среди простых.
12. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Из файла переписать все простые большие среднего арифметические в новый файл.
13. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Найти среднее арифметическое среди простых чисел, расположенных после минимального значения.
14. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Поменять местами первое совершенное и последнее отрицательное число в файле.
15. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Все простые числа из исходного файла записать в массив, который упорядочить по убыванию.
16. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Последнюю группу совершенных чисел из исходного файла переписать в текстовый файл.
17. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Найти в нем группу положительных элементов наибольшей длины.
18. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Из исходного файла сформировать массивы простых и совершенных чисел. Определить наибольшее простое число в файле и наименьшее совершенное.
19. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Из файла создать массив, элементы которого являются простыми числами и расположены после максимального значения файла.

20. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Из файла целых чисел сформировать массив, записав в него только кратные 3 значения, находящиеся до минимального элемента файла.
21. Создать двоичный файл, куда записать n вещественных чисел. Сделать массив из элементов исходного файла, внося в него числа, превосходящие среднее значение среди четных значений файла.
22. Создать двоичный файл, куда записать n вещественных чисел. Поменять местами последнее простое число в файле с наименьшим совершенным.
23. Создать двоичный файл, куда записать n вещественных чисел. Найти сумму последней группы отрицательных элементов.
24. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Найти произведение первой группы, состоящей из простых чисел.
25. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Найти разность между суммой простых чисел, находящихся в файле и максимальным значением файла.
26. Создать двоичный файл, куда записать n целых чисел. Найти разность между суммой четных чисел и произведением нечетных чисел, находящихся в файле.

Лабораторная работа № 14 .

Тема «Динамические структуры в С++. Текстовые и двоичные файлы»

Цель работы: Знакомство с динамическими структурами в С++ , [1, с. 252-257]. Работа с текстовыми и двоичными файлами [1, с. 226-243].

Задание:

В программах необходимо использовать только динамические структуры. Согласно своему варианту выполнить следующие действия:

1. С помощью текстового редактора создать текстовый документ, в который занести исходную информацию. Рекомендуется вначале занести количество записей, а затем последовательно все записи, причем тестовые поля вводить в отдельной строке, а числовые – можно в отдельной строке или в одной через пробел или разделитель табуляцию.

Например, содержимое файла, который будет включать 7 записей – фамилия, группа, 5 оценок :

7

Иванов

Ф01-а

5 4 5 3 5

Петров

УА01-б

5 4 5 3 5

...

2. Написать первую программу, которая считывает информацию из созданного текстового файла и записывает ее в двоичный файл

3. Написать вторую программу, которая считывает информацию из двоичного файла, реализует поставленную задачу. После повторного чтения двоичного файла результат работы выводится в результирующий текстовый файл.

Все текстовые и двоичный файлы должны располагаться или в личной папке или в папке проекта.

Варианты заданий

1. Создать двоичный файл с информацией о перенесенных инфекционных заболеваниях учащимися средней школы (табл. 14.1).

Таблица 14.1 Статистика заболеваемости по школе

Болезнь	Количество больных					
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Грипп	120	132	97	54	12	3
...

Добавить в файл поле «Средняя заболеваемость за полугодие». Упорядочить информацию в файле в порядке возрастания средней заболеваемости.

2. Создать двоичный файл с информацией о перенесенных инфекционных заболеваниях учащимися средней школы (см. табл. 14.1). Добавить в файл поле «Минимальная заболеваемость за полугодие». Упорядочить файл в порядке возрастания заболеваемости в январе.
3. Создать двоичный файл с информацией, приведенной в табл. 14.2. Добавить поле «Средний прирост населения». Упорядочить информацию, расположив названия областных центров в алфавитном порядке.
4. Создать двоичный файл с информацией, приведенной в табл. 14.3. Добавить поля «2001», «2002», ... , «2006». Упорядочить информацию, расположив названия областных центров в порядке убывания среднего прироста населения.

Таблица 14.2. Прирост населения в крупных городах СНГ

Город	Прирост населения, в тыс. чел.				
	1996	1997	1998	1999	2000
Москва	50	54	60	49	63
Донецк	-14	13	-10	-8	-5
...

5. Создать двоичный файл с информацией об успеваемости студентов некоторого факультета за все время обучения (табл. 14.3).

Таблица 14.3 Средняя успеваемость

ФИО студента	Успеваемость (средний балл)					
	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	...	10 семестр
Иванов	5	4,8	3,7	4,5	...	4
...

Добавить в файл поле «Средняя успеваемость». Удалить из файла информацию о студентах с средним баллом менее 3.5.

6. Создать двоичный файл с информацией об успеваемости студентов некоторого факультета за все время обучения (см. табл. 14.3). Переписать информацию в другой файл, расположив фамилии в алфавитном порядке и добавив поле «Средняя успеваемость».

7. Создать двоичный файл с информацией, приведенной в табл. 14.4.

Таблица 14.4 Ссуды, выданные банками

Название банка	Выданные ссуды, тыс. руб.				
	1999	2000	2001	2002	2003
Гамма:Банк	20	35	56	70	120
...

Добавить в файл поле «Общая сумма ссуд, выданных каждым банком», упорядочить информацию в файле в алфавитном порядке названий банков.

8. Создать двоичный файл с информацией, приведенной в табл. 14.4. Переписать информацию в другой двоичный файл, исключив информацию о банках с общей суммой ссуд менее 100 тыс. Упорядочить информацию в новом файле, расположив банки в алфавитном порядке.

9. Создать двоичный файл с информацией о продаже путевок некоторой туристической фирмой (табл. 14.5). Добавить поле «Продано путевок на сумму». Вывести на экран информацию о странах, в которые продано больше всего путевок.

Таблица 14.5. Продажа путевок

Страна	Цена путевки, долл.	Количество проданных путевок					
		Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Греция	546	75	120	150	158	160	130
...

10. Создать двоичный файл с информацией о продаже путевок некоторой туристической фирмой (см. табл. 14.5). Добавить поле «Среднее количество проданных путевок». Упорядочить файл в порядке убывания информации в поле «Продано путевок на сумму».

11. Известна информация о каждом клиенте сберкассы:

- номер сберкнижки;
- фамилия, инициалы;
- год рождения;
- сумма вклада;
- приход;
- расход.

Сформировать двоичный файл, записав в него всю известную информацию о каждом клиенте. Если клиент снимал деньги со счета, то приход равен нулю и наоборот. Добавить в файл поле «Итого». Отсортировать данные в файле в алфавитном порядке. Определить количество клиентов, которые внесли деньги на счет и количество клиентов, снявших деньги.

12. Имеется двоичный файл с информацией из табл. 14.6.

Таблица 14.6. Добыча угля

Номер бригады	Цена за тонну	Добыча угля в смену, т				
		Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница
1	198	50	40,5	36,2	48	33,5
...

Добавить в файл поле «Итого»¹. Вывести на экран информацию о трех передовиках.

13. Имеется двоичный файл, с информацией из табл. 14.6. Добавить в файл поле «НА СУММУ». Удалить из файла записи с наименьшей добычей.

14. Известна информация о сотрудниках некоторого предприятия:

- фамилия, инициалы;
- год рождения;
- должность;
- стаж;
- оклад.

Сформировать двоичный файл, записав в него всю известную информацию о каждом сотруднике. Добавить в файл поле «Зарплата», плюсуя 10% к окладу, если стаж более 10 лет, и 15% – если более 20.

15. Известна информация о сотрудниках некоторого предприятия:

- фамилия, инициалы;
- год рождения;
- должность;
- стаж;
- оклад.

Сформировать двоичный файл, записав в него всю известную информацию о каждом сотруднике. Отсортировать файл в алфавитном порядке. Определить количество пенсионеров (старше 60 лет) и количество молодых специалистов (моложе 25 лет).

16. О сотрудниках некоторого предприятия известно следующее:

- фамилия, инициалы;
- год рождения;
- должность;
- пол.

Сформировать двоичный файл, записав в него всю известную информацию о каждом сотруднике. Вывести информацию о количестве пенсионеров – женщин старше 55 лет и мужчин старше 60 лет. Если количество превышает 10 человек, удалить всех пенсионеров из файла.

17. О сотрудниках некоторого предприятия известно следующее:

- фамилия, инициалы;
- год рождения;
- должность;
- пол.

Сформировать двоичный файл, записав в него всю известную информацию о каждом сотруднике. Удалить информацию об инженерах-пенсионерах (женщины старше 55 лет и мужчины старше 60 лет). Если количество превышает 10 человек, удалить всех пенсионеров из файла.

18. О сотрудниках некоторого НИИ известна следующая информация:

- фамилия, инициалы;
- год рождения;
- ученая степень.

Сформировать двоичный файл, записав туда всю известную информацию о каждом сотруднике. Вывести информацию о количестве молодых ученых (моложе 35 лет), имеющих ученую степень. Удалить из файла всех сотрудников старше 40 лет без ученой степени.

19. Известна информация о сотрудниках некоторого предприятия:

- фамилия, инициалы;
- должность;
- оклад.

Сформировать двоичный файл, записав туда всю известную информацию о каждом сотруднике. Сформировать поле «Подходный налог», учитывая, что он составляет 13% от оклада и поле «К выплате». Определить количество сотрудников с минимальной зарплатой. Отсортировать файл по полю «Должность».

20. Известна информация о сотрудниках некоторого предприятия:

- фамилия;
- инициалы;
- должность;
- название отдела;
- оклад.

Сформировать двоичный файл, записав туда всю известную информацию о каждом сотруднике. Сформировать поле «К выплате», учитывая, что подходный

налог составляет 13% от зарплаты. Определить количество сотрудников с максимальной зарплатой. Отсортировать файл по полю «Название отдела».

21. Ведомость о закупках чая (табл. 14.7) хранится в двоичном файле.

Таблица 14.7. Закупка чая

Тип чая	Форма упаковки	Производитель	Цена, грн.	Количество	Сумма
Зеленый	Пачка	Riston	5,8	50	
Черный	Пакетики	Edwin	4,7	23	
Красный	Пакетики	Dilmah	6,9	56	
Желтый	Пакетики	Edwin	4,4	32	
Черный	Пачка	Ahmad	3,9	89	
Желтый	Жесть	Dilmah	20,1	23	
Черный	Фарфор	Edwin	25,4	76	
...
Всего:					

Добавить в файл поле «Сумма» и графу «Всего». Информацию в файле упорядочить в порядке убывания суммы продаж.

22. Ведомость о закупках чая хранится в двоичном файле в виде, представленном в табл. 14.7. Сформировать отдельные файлы о закупках зеленого, черного, желтого и красного чая.

23. Информацию о закупках чая (табл. 14.7), хранящуюся в двоичном файле, вывести на экран, упорядочив в алфавитном порядке названия фирм производителей. Вывести название фирмы с максимальным объемом продаж.

24. Вывести на печать ведомость о закупках чая (табл. 14.7), хранящуюся в двоичном файле. Упорядочить информацию в файле, расположив в алфавитном порядке тип чая, а затем форму упаковки. Определить, в какой упаковке чай продается лучше.

25. Информацию (табл. 14.7), хранящуюся в двоичном файле использовать для создания двоичных файлов, в которых будут храниться данные о закупках чая по каждой фирме-производителю. Информацию в файлах расположить в порядке возрастания количества проданного чая. Вывести на печать информацию из каждого файла, сформировав поле «Сумма» и графу «Всего».

26. Сформировать двоичный файл, записав туда информацию о комплектации компьютеров:

- тип процессора;
- материнская плата

- ОЗУ (Мб);
- объем жесткого диска (Гб);
- видеокарта
- наличие DVD привода (да/нет).

Вывести информацию о компьютерах с объемом жесткого диска более 600 Гб и ОЗУ более 1026 Мб. Удалить из файла все данные о компьютерах, в комплектации которых нет DVD привода.

Лабораторная работа №15.

Тема «Программирование на С++ с использованием классов. Перегрузка операторов»

Цель работы: Знакомство с объектно-ориентированным программированием в С++. Изучение общих понятий о классах - поля класса, методы класса (конструктор, деструктор и другие методы) [1, с. 264-289]. Изучение возможности перегрузки операторов в С++ [1, с. 294-303].

Задание. Согласно варианту (табл.15.1) задания написать программу на языке С++.

Таблица 15.1. Варианты исходных данных для лабораторной работы №15

Вариант 1			
<i>Класс</i>	<i>Члены класса</i>	<i>Методы</i>	<i>Операторы перегрузки</i>
Комплексное число в алгебраической форме $a = x + y \cdot i$	Действительная x и мнимая y части числа	Конструктор, деструктор, метод вычисления модуля комплексного числа и $\sqrt[n]{a}$, метод вывода комплексного числа	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (/) комплексных чисел, увеличение на 1 (++) действительной, мнимой части
<i>Исходные данные</i>		<i>Результаты</i>	
a, b, c, d – комплексные числа		$R = \sqrt[3]{a - \frac{b+c}{a}} + b \cdot d$. Найти модуль числа R . Увеличить на 1 действительную и мнимую часть R	
Вариант 2			
<i>Класс</i>	<i>Члены класса</i>	<i>Методы</i>	<i>Операторы перегрузки</i>
Обыкновенная дробь	Числитель и знаменатель	Конструктор, деструктор, метод сокращения дроби, метод вывода дроби	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (/) дробей
<i>Исходные данные</i>		<i>Результаты</i>	
Даны дроби $\frac{a}{b}, \frac{c}{d}, \frac{e}{f}, \frac{g}{h}, \frac{k}{l}$		$Z = \frac{\frac{a}{b} + \frac{c}{d}}{\frac{e}{f}} \cdot \left(\frac{g}{h} - \frac{k}{l} \right)$ На экран вывести несокращенную и сокращенную дробь Z	
Вариант 3			
<i>Класс</i>	<i>Члены класса</i>	<i>Методы</i>	<i>Операторы перегрузки</i>
Вектор	3 прямоугольные декартовы координаты	Конструктор, деструктор, метод вывода вектора, метод вычисления длины вектора	Сложение (+), скалярное (%) и векторное (*) произведения векторов
<i>Исходные данные</i>		<i>Результаты</i>	
$a = \{a_x, a_y, a_z\}$ $b = \{b_x, b_y, b_z\}$ $c = \{c_x, c_y, c_z\}$		$r = (a+b) \times c;$ $t = (a+c)c$ Найти длины исходных и результирующего векторов	

Продолжение табл. 15.1.

Вариант 4			
<i>Класс</i>	<i>Члены класса</i>	<i>Методы</i>	<i>Операторы перегрузки</i>
Матрица	Размерность матрицы, элементы матрицы	Конструктор, деструктор, метод вывода матрицы, метод вычисления определителя матрицы	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*) 2-х матриц, умножение матрицы на число (*=)
Исходные данные		Результаты	
$A = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 7 \\ -10 & -2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 \\ 3 & 1 & 0 \\ 7 & 2 & 1 \end{pmatrix}$		$C = 2(A - B)(A^2 + B)$ Найти C	
Вариант 5			
<i>Класс</i>	<i>Члены класса</i>	<i>Методы</i>	<i>Операторы перегрузки</i>
Прямая	Координаты двух точек $(x1, y1)$ и $(x2, y2)$	Конструктор, деструктор, метод вывода уравнения прямой	Проверка параллельности 2-х прямых (), определение угла между 2-мя прямыми (%)
Исходные данные		Результаты	
Прямая АВ: $A(xa, ya), B(xb, yb)$ Прямая CD: $C(xc, yc), D(xd, yd)$		Вывести уравнения прямых линий. Если прямые не параллельны, то найти и вывести угол между ними	
Вариант 6			
<i>Класс</i>	<i>Члены класса</i>	<i>Методы</i>	<i>Операторы перегрузки</i>
Комплексное число в алгебраической форме $a = x + y \cdot i$	Действительная x и мнимая y части числа	Конструктор, деструктор, метод вычисления модуля комплексного числа, p^n , метод вывода комплексного числа	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (/) комплексных чисел
Исходные данные		Результаты	
$a1, a2, a3$ – комплексные числа		$x = (a2)^4 + \frac{a1 - a2}{a3 \cdot a1}$. Найти модуль числа X .	

Продолжение табл. 15.1

Вариант 7			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Обыкновенная дробь	Числитель и знаменатель	Конструктор, деструктор, определение обратной дроби, метод вывода дроби	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*) дробей
Исходные данные		Результаты	
$\frac{a1}{b1}, \frac{a2}{b2}, \frac{a3}{b3}$		$R = \left(\frac{a1}{b1} + \frac{a2}{b2} \right) \cdot \left(\frac{a1}{b1} - \frac{a3}{b3} \right)$ На экран вывести R и $\frac{1}{R}$	
Вариант 8			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Вектор	3 прямоугольные декартовы координаты	Конструктор, деструктор, методы определения направляющих косинусов вектора, метод вывода всех характеристик вектора	Сложение (+), скалярное (%) и векторное (*) произведения векторов
Исходные данные		Результаты	
$a = \{a_x, a_y, a_z\}$ $b = \{b_x, b_y, b_z\}$		$c = (a+b) \times b$ $f = ac$	
Вариант 9			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Матрица	Размерность матрицы, элементы матрицы	Конструктор, деструктор, метод вывода матрицы, проверка, является ли матрица единичной	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*) 2-х матриц, умножение матрицы на число (*=)
Исходные данные		Результаты	
$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 0 & 3 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ -0,25 & 0,5 & 0,25 \\ 0,75 & -0,5 & -0,75 \end{pmatrix}$		$D = 3AB + (A - B)A$ Проверить, является ли матрица A обратной матрице B.	

Продолжение табл. 15.1

Вариант 10			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Прямая ($y=ax+b$)	a, b - коэффициенты уравнения прямой	Конструктор, деструктор, метод вывода уравнения прямой, определение точек пересечения с осями	Проверка перпендикулярности (!= 2^x прямых, определение угла между 2-мя прямыми (%)
Исходные данные		Результаты	
Прямая АВ: $y1=a1 \cdot x+b1$ Прямая CD: $y2=a2 \cdot x+b2$		Вывести точки пересечения прямых с осями. Проверить их перпендикулярность. Найти и вывести угол между ними	
Вариант 11			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Парабола $y=ax^2+bx+c$	Кoeffи- циенты $a, b,$ c	Конструктор, деструктор, методы вывода уравнения параболы, вычисления экстремума функции (min или max)	Проверка совпадения двух парабол (), проверка пересечения двух парабол (/)
Исходные данные		Результаты	
$y1=ax^2+bx+c$ $y2=dx^2+ex+f$		Для каждой параболы вывести уравнение, значение экстремума функции с пояснением – min или max. Проверить, совпадают ли эти параболы или они пересекаются.	
Вариант 12			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Комплексное число в тригонометрической форме $a = \rho \cdot (\cos \varphi + i \cdot \sin \varphi)$	Модуль ρ и аргумент φ числа	Конструктор, деструктор, ρ^n , метод вывода комплексного числа в тригонометрической и алгебраической формах	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (/) комплексных чисел
Исходные данные		Результаты	
a, b, c, d – комплексные числа		$R = b^3 + \frac{a+b}{c-a} \cdot d$	

Продолжение табл. 15.1

Вариант 13			
<i>Класс</i>	<i>Члены класса</i>	<i>Методы</i>	<i>Операторы перегрузки</i>
Матрица	Размерность матрицы, элементы матрицы	Конструктор, деструктор, метод вывода матрицы, проверка, является ли матрица диагональной, нулевой, единичной	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*) 2-х матриц, умножение матрицы на число (*=)
<i>Исходные данные</i>		<i>Результаты</i>	
$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 0 & 3 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$		$D = 3BA + (B - A)$ Проверить, является ли матрица D единичной, диагональной, нулевой	
Вариант 14			
<i>Класс</i>	<i>Члены класса</i>	<i>Методы</i>	<i>Операторы перегрузки</i>
Обыкновенная дробь	Числитель и знаменатель	Конструктор, деструктор, метод вывода дроби в виде обыкновенной и десятичной дроби (округление до 5 разрядов)	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (/) дробей, сравнение дробей > и <
<i>Исходные данные</i>		<i>Результаты</i>	
$\frac{a1}{b1}, \frac{a2}{b2}, \frac{a3}{b3}, \frac{a4}{b4}$		$d1 = \left(\frac{a1}{b1} + \frac{a2}{b2} \right) \cdot \left(\frac{a3}{b3} - \frac{a1}{b1} \right)$ $d2 = \frac{\left(\frac{a4}{b4} + \frac{a2}{b2} \right)}{\left(\frac{a1}{b1} - \frac{a3}{b3} \right)}$ Сравнить дроби d1 и d2	

Продолжение табл. 15.1

Вариант 15			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Вектор	3 прямоугольные декартовы координаты	Конструктор, деструктор, метод вывода вектора	Сложение (+), скалярное (%) и векторное (*) произведения векторов, вычисления угла (/) между двумя векторами
Исходные данные		Результаты	
$a = \{a_x, a_y, a_z\}$ $b = \{b_x, b_y, b_z\}$		$c = (a+b) \times a;$ $d = ab$ Найти и вывести угол между векторами a и b , b и c , a и c	
Вариант 16			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Время	Часы, минуты, секунды	Конструктор, деструктор, метод вывода времени и составляющей суток (до 6 –ночь, до 12 – утро, до 18 – день, до 24- вечер)	Сложение (+), вычитание (-), сравнение времени < и >
Исходные данные		Результаты	
$t1, t2, t3, t4$ - время		$T1 = t1 + t3$ $T2 = t4 - t2$ Сравнить $T1$ и $T2$	
Вариант 17			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Комплексное число в показательной форме $a = \rho \cdot e^{\varphi i}$	Модуль ρ и аргумент φ числа	Конструктор, деструктор, вывод комплексного числа в алгебраической, тригонометрической и экспоненциальной формах	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (/) комплексных чисел
Исходные данные		Результаты	
$a1, a2, a3, a4$ – комплексные числа		$W = \frac{a2}{a1} + a3 \cdot a4$	

Продолжение табл. 15.1

Вариант 18			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Вектор	3 прямоугольные декартовы координаты	Конструктор, деструктор, метод вывода вектора	Сложение (+), скалярное () и векторное (*) произведения векторов, проверка коллинеарности () 2-х векторов
Исходные данные		Результаты	
$a = \{a_x, a_y, a_z\}$ $b = \{b_x, b_y, b_z\}$		$c = (a+a) \times b$ $d = ab$ Проверить на коллинеарность векторы a и b	
Вариант 19			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Обыкновенная дробь	Числитель и знаменатель	Конструктор, деструктор, возведение дроби в степень, метод вывода дроби	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (/) дробей, сравнение дробей > и <
Исходные данные		Результаты	
$\frac{x1}{y1}, \frac{x2}{y2}, \frac{x3}{y3}$		$z1 = \left(\frac{x3}{y3} - \frac{x1}{y1} \right) \cdot \frac{x3}{y3}$ $z2 = \frac{\left(\frac{x1}{y1} + \frac{x2}{y2} \right)}{\left(\frac{x1}{y1} \right)^3}$ Сравнить дроби $z1$ и $z2$	
Вариант 20			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Матрица	Размерность матрицы, элементы матрицы	Конструктор, деструктор, метод вывода матрицы, проверка, является ли матрица симметричной ($A^T=A$)	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*) 2-х матриц, умножение матрицы на число (*=)
Исходные данные		Результаты	
$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 1 & -2 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -2 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$		$X = 2A(A+B) - 3AB$ Проверить, является ли матрица X симметричной	

Продолжение табл. 15.1

Вариант 21			
<i>Класс</i>	<i>Члены класса</i>	<i>Методы</i>	<i>Операторы перегрузки</i>
Комплексное число в тригонометрической форме $a = \rho \cdot (\cos \varphi + i \cdot \sin \varphi)$	Модуль ρ и аргумент φ	Конструктор, деструктор, $\sqrt[n]{\rho}$, метод вывода комплексного числа	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (/) комплексных чисел
<i>Исходные данные</i>		<i>Результаты</i>	
a, b, c, d – комплексные числа		$R = b + a - \frac{b}{c} \cdot \sqrt[5]{d}$	
Вариант 22			
<i>Класс</i>	<i>Члены класса</i>	<i>Методы</i>	<i>Операторы перегрузки</i>
Обыкновенная дробь	Числитель и знаменатель	Конструктор, деструктор, определение обратной дроби, возведение дроби в степень, метод вывода дроби	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (/) дробей
<i>Исходные данные</i>		<i>Результаты</i>	
$\frac{a1}{b1}, \frac{a2}{b2}, \frac{a3}{b3}$		$d1 = \left(\frac{a3}{b3} + \frac{a1}{b1} \right) \cdot \left(\frac{b3}{a3} \right)^3$ $d2 = \frac{\left(\frac{a2}{b2} - \frac{b2}{a2} \right)}{\frac{a2}{b2}}$	
Вариант 23			
<i>Класс</i>	<i>Члены класса</i>	<i>Методы</i>	<i>Операторы перегрузки</i>
Комплексное число в алгебраической форме $a = x + y \cdot i$	Действительная x и мнимая y части числа	Конструктор, деструктор, метод вывода комплексного числа	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*), деление (/) комплексных чисел, проверка сопряженности (!=) чисел ⁴
<i>Исходные данные</i>		<i>Результаты</i>	
a, b, c, d – комплексные числа		$R1 = a - \frac{b+c}{a}$ $R2 = d \cdot \frac{a+c}{a}$ Проверить сопряженность чисел $R1$ и $R2$	

4 Взаимно сопряженными (a и \bar{a}) называются комплексные числа, если их действительные части равны, а мнимые отличаются только знаком $a = x + i \cdot y$, $\bar{a} = x - i \cdot y$

Продолжение табл. 15.1

Вариант 24			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Прямая	Координаты двух точек $(x1,y1)$ и $(x2,y2)$	Конструктор, деструктор, определение точек пересечения с осями X и Y, метод вывода сведений о прямой	Проверка параллельности (\parallel) и перпендикулярности (\perp) 2-х прямых
Исходные данные		Результаты	
Прямая 1: $A(xa,ya), B(xb,yb)$ Прямая 2: $C(xc,yc), D(xd,yd)$		Проверить параллельность и перпендикулярность прямых. Найти точки пересечения с осями (если они есть)	
Вариант 25			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Вектор	3 прямоугольные декартовы координаты	Конструктор, деструктор, метод вывода вектора, метод вычисления длины вектора	Сложение (+), умножение вектора на число (\cdot), скалярное (\cdot) и векторное (\times) произведения векторов
Исходные данные		Результаты	
$a = \{a_x, a_y, a_z\}$ $b = \{b_x, b_y, b_z\}$ $c = \{c_x, c_y, c_z\}$		$r = 2 \cdot (a+b) \times c$ $d = (a+c) \cdot r$ Найти длины исходных и результирующих векторов	
Вариант 26			
Класс	Члены класса	Методы	Операторы перегрузки
Матрица	Размерность матрицы, элементы матрицы	Конструктор, деструктор, метод вывода матрицы, проверка, является ли матрица верхнетреугольной, нижнетреугольной	Сложение (+), вычитание (-), умножение (*) 2-х матриц, умножение матрицы на число (\cdot)
Исходные данные		Результаты	
$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & 3 & 0 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$		$C = (3A + B)(2B - A)$ Проверить, являются ли исходные и результирующая матрицы верхнетреугольными или нижнетреугольными	

Лабораторная работа №16.

Тема «Программирование на С++ с использованием классов. Массивы объектов . Наследование»

Цель работы: Знакомство с классами в С++, использование в программе массива объектов [1, с. 289-294]. Изучение наследования в классах, виртуальные методы [1, с. 303-309].

Задание. Согласно своему варианту задания написать программу на языке С++.

Варианты заданий

1. Создать класс *квадрат*, члены класса – длина стороны. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – диагональ, периметр, площадь. Создать производный класс – *правильная квадратная призма с высотой H*, добавить в класс метод определения объема фигуры, перегрузить методы расчета площади и вывода сведений о фигуре. Написать программу, демонстрирующую работу с этими классами: дано N квадратов и M призм, найти квадрат с максимальной площадью и призму с максимальной диагональю.
2. Создать класс *треугольник*, члены класса – длины 3-х сторон. Предусмотреть в классе методы проверки существования треугольника, вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, углы, периметр, площадь. Создать производный класс – *равносторонний треугольник*, перегрузить в классе проверку, является ли треугольник равносторонним и метод вывода сведений о фигуре. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано K треугольников и L равносторонних треугольников, найти среднюю площадь для K треугольников и наибольший равносторонний треугольник.
3. Создать класс *окружность*, член класса – радиус R. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – площади, длины окружности. Создать производный класс – *круглый прямой цилиндр с высотой h*, добавить в класс метод определения объема фигуры, перегрузить методы расчета площади и вывода сведений о фигуре. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N окружностей и M цилиндров, найти окружность максимальной площади и средний объем цилиндров.
4. Создать класс *квадрат*, члены класса – длина стороны. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – диагоналей, периметр, площадь. Создать производный класс – *правильная пирамида с апофемой h*, добавить в класс метод определения объема фигуры, перегрузить методы расчета площади и вывода сведений о фигуре. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N квадратов и M пирамид, найти квадрат с минимальной площадью и количество пирамид с высотой более числа a (a вводить).

5. Создать класс **четырёхугольник**, члены класса – координаты 4-х точек. Предусмотреть в классе методы проверки существования четырёхугольника вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, диагоналей, периметр, площадь. Создать производный класс – **параллелограмм**, предусмотреть в классе проверку, является ли фигура параллелограммом. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N четырёхугольников и M параллелограммов, найти среднюю площадь N четырёхугольников и параллелограммы наименьшей и наибольшей площади.
6. Создать класс **треугольник**, члены класса – координаты 3-х точек. Предусмотреть в классе методы проверки существования треугольника, вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, углы, периметр, площадь. Создать производный класс – **равносторонний треугольник**, предусмотреть в классе проверку, является ли треугольник равносторонним. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N треугольников и M равносторонних треугольников, вывести номера одинаковых треугольников и равносторонний треугольник с наименьшей медианой.
7. Создать класс **прямоугольник**, члены класса – длины сторон a и b . Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, диагоналей, периметр, площадь. Создать производный класс – **параллелепипед с высотой c** , добавить в класс метод определения объема фигуры, перегрузить методы расчета площади и вывода сведений о фигуре. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N прямоугольников и M параллелепипедов, найти количество прямоугольников, у которых площадь больше средней площади прямоугольников и количество кубов (все ребра равны).
8. Создать класс **окружность**, член класса – радиус R . Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – площади, длины окружности. Создать производный класс – **конус с высотой h** , добавить в класс метод определения объема фигуры, перегрузить методы расчета площади и вывода сведений о фигуре. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N окружностей и M конусов, найти количество окружностей, у которых площадь меньше средней площади всех окружностей, и наибольший по объему конус.
9. Создать класс **четырёхугольник**, члены класса – координаты 4-х точек. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, диагоналей, периметр, площадь. Создать производный класс – **равнобокая трапеция**, предусмотреть в классе проверку, является ли фигура равнобокой трапецией. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N четырёхугольников и M трапеций, найти максимальную площадь четырёхугольников и количество четырёхугольников, имеющих максимальную площадь, и трапецию с наименьшей диагональю.

10. Создать класс **равносторонний треугольник**, член класса – длина стороны. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – периметр, площадь. Создать производный класс – **правильная треугольная призма** с высотой H , добавить в класс метод определения объема фигуры, перегрузить методы расчета площади и вывода сведений о фигуре. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N треугольников и M призм. Найти количество треугольников, у которых площадь меньше средней площади треугольников, и призму с наибольшим объемом.
11. Создать класс **треугольник**, члены класса – длины 3-х сторон. Предусмотреть в классе методы проверки существования треугольника, вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, углы, периметр, площадь. Создать производный класс – **прямоугольный треугольник**, предусмотреть в классе проверку, является ли треугольник прямоугольным. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N треугольников и M прямоугольных треугольников, найти треугольник с максимальной площадью и прямоугольный треугольник с наименьшей гипотенузой.
12. Создать класс **четырёхугольник**, члены класса – координаты 4-х точек. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, диагоналей, периметр, площадь. Создать производный класс – **квадрат**, предусмотреть в классе проверку, является ли фигура квадратом. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N четырехугольников и M квадратов, найти четырехугольники с минимальной и максимальной площадью и номера одинаковых квадратов.
13. Создать класс **треугольник**, члены класса – длины 3-х сторон. Предусмотреть в классе методы проверки существования треугольника, вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, углы, периметр, площадь. Создать производный класс – **равнобедренный треугольник**, предусмотреть в классе проверку, является ли треугольник равнобедренным. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N треугольников и M равнобедренных треугольников, найти среднюю площадь для N треугольников и равнобедренный треугольник с наименьшей площадью.
14. Создать класс **квадрат**, член класса – длина стороны. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – периметр, площадь, диагональ. Создать производный класс – **куб**, добавить в класс метод определения объема фигуры, перегрузить методы расчета площади и вывода сведений о фигуре. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N_1 квадратов и N_2 кубов. Найти среднюю площадь квадратов и количество кубов с наибольшей площадью.
15. Создать класс **четырёхугольник**, члены класса – координаты 4-х точек. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, диагоналей, периметр, площадь. Создать производный класс

- **ромб**, предусмотреть в классе проверку, является ли фигура ромбом. Написать программу, демонстрирующую работу с этими классами: дано N четырехугольников и M ромбов, найти четырехугольник с минимальным периметром и среднюю площадь ромбов.
16. Создать класс **треугольник**, члены класса – длины 3-х сторон. Предусмотреть в классе методы проверки существования треугольника, вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, углы, периметр, площадь. Создать производный класс – **прямоугольный треугольник**, предусмотреть в классе проверку, является ли треугольник прямоугольным. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано M треугольников и N прямоугольных треугольников, найти среднюю площадь M треугольников и прямоугольный треугольник с наибольшей гипотенузой.
17. Создать класс **четырёхугольник**, члены класса – координаты 4-х точек. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, диагоналей, периметр, площадь. Создать производный класс – **трапеция**, предусмотреть в классе проверку, является ли фигура трапецией. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N четырехугольников и M трапеций, найти четырехугольник с минимальной площадью и трапецию с максимальной средней линией.
18. Создать класс **треугольник**, члены класса – координаты 3-х точек. Предусмотреть в классе методы проверки существования треугольника, вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, углы, периметр, площадь. Создать производный класс – **прямоугольный треугольник**, предусмотреть в классе проверку, является ли треугольник прямоугольным. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N треугольников и M прямоугольных треугольников, найти треугольники с максимальной и минимальной площадью и вывести номера одинаковых прямоугольных треугольников.
19. Создать класс **квадрат**, член класса – длина стороны. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – диагональ, периметр, площадь. Создать производный класс – **правильная пирамида** с апофемой⁵ A , добавить в класс метод определения объема фигуры, перегрузить методы расчета площади и вывода сведений о фигуре. Написать программу, демонстрирующую работу с этими классами: дано N квадратов и M пирамид, найти среднюю площадь квадратов и пирамиду с минимальной площадью.
20. Создать класс **треугольник**, члены класса – координаты 3-х точек. Предусмотреть в классе методы проверки существования треугольника, вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, углы, периметр, площадь. Создать производный класс – **равнобедренный треугольник**, предусмотреть в классе проверку, является ли треугольник равнобедренным. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N треугольников и M равнобедренных треугольников, найти

5 Апофема – высота какой-либо боковой стороны

номера подобных треугольников и равнобедренный треугольник с наибольшей площадью.

21. Создать класс **равносторонний треугольник**, член класса – длина стороны. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – высота, биссектриса, периметр, площадь. Создать производный класс – **правильная пирамида с апофемой h** , добавить в класс метод определения объема фигуры, перегрузить методы расчета площади и вывода сведений о фигуре. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N треугольников и M пирамид, найти количество треугольников с площадью, большей средней площади всех треугольников, и пирамиду с наибольшим объемом.
22. Создать класс **четырёхугольник**, члены класса – координаты 4-х точек. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, диагоналей, периметр, площадь. Создать производный класс – **прямоугольник**, предусмотреть в классе проверку, является ли фигура прямоугольником. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано K четырехугольников и L прямоугольников, найти количество четырехугольников, у которых площадь меньше средней площади четырехугольников, и среднюю площадь прямоугольников.
23. Создать класс **треугольник**, члены класса – координаты 3-х точек. Предусмотреть в классе методы проверки существования треугольника, вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, углы, периметр, площадь. Создать производный класс – **прямоугольный треугольник**, предусмотреть в классе проверку, является ли треугольник прямоугольным. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N треугольников и M прямоугольных треугольников, найти среднюю площадь и минимальный периметр для N треугольников и прямоугольный треугольник с наибольшей гипотенузой.
24. Создать класс **равносторонний треугольник**, член класса – длина стороны. Предусмотреть в классе методы вычисления и вывода сведений о фигуре – высота, биссектриса, периметр, площадь. Создать производный класс – **тетраэдр**, добавить в класс метод определения объема фигуры, перегрузить методы расчета площади и вывода сведений о фигуре. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N треугольников и M пирамид, найти среднюю площадь всех треугольников, и тетраэдр с наименьшим объемом.
25. Создать класс **треугольник**, члены класса – длины 3-х сторон. Предусмотреть в классе методы проверки существования треугольника, вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, углы, периметр, площадь. Создать производный класс – **равносторонний треугольник**, предусмотреть в классе проверку, является ли треугольник равносторонним. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N треугольников и M равносторонних треугольников, найти количество

треугольников, имеющих максимальную площадь и равносторонний треугольник с наибольшей медианой.

26. Создать класс ***треугольник***, члены класса – длины 3-х сторон. Предусмотреть в классе методы проверки существования треугольника, вычисления и вывода сведений о фигуре – длины сторон, углы, периметр, площадь. Создать производный класс – ***равнобедренный треугольник***, предусмотреть в классе проверку, является ли треугольник равнобедренным. Написать программу, демонстрирующую работу с классом: дано N треугольников и M равнобедренных треугольников, найти минимальную площадь для N треугольников и равнобедренный треугольник с наибольшим углом при основании.

Список литературы

1. Учимся программировать на Microsoft Visual C++ и Turbo C++ Explorer (под общей редакцией Чесноковой О. В.) / Алексеев Е. Р. - М.: ИТ Пресс, 2007. - 352 с.: ил. - (Самоучитель)
2. Павловская Т. А. С/С++. Программирование на языке высокого уровня. - Питер, 2005. - 461 с.
3. Савич У. С++ во всей полноте. - Киев: Издательская группа ВHV4 СПб.: Питер, 2005. - 784 с.
4. Литвиненко Н. А. Технология программирования на С++. Начальный курс. - СПб.: БХВ-ПЕтербург, 2005. - 288 с.
5. Личная страница Е.Р. Алексеева. URL: <http://www.teacher.dn-ua.com> (дата обращения 26.10.2009).