

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В. Г. Шухова

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ СИ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
по дисциплине «Языки программирования» для студентов специальности 090303  
– Информационная безопасность автоматизированных систем

Белгород  
2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В. Г. Шухова  
Кафедра программного обеспечения вычислительной техники  
и автоматизированных систем

Утверждено  
научно-методическим советом университета

## **ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ СИ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ  
по дисциплине «Языки программирования» для студентов специальности 090303  
– Информационная безопасность автоматизированных систем

Белгород  
2014

УДК 004(07)  
ББК 32.973-018.1я7  
П78

Составитель доц. *В.С. Брусенцева*

Рецензент канд. техн. наук, доц. *Р.У. Стативко*

**Программирование** на языке Си: методические указания к  
П78 выполнению лабораторных работ по дисциплине «Языки  
программирования» для студентов специальности 090903 –  
Информационная безопасность автоматизированных систем  
/ сост. В.С. Брусенцева. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. — 51 с.

В методических указаниях представлены задания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Языки программирования», а также контрольные вопросы к каждой лабораторной работе.

Методические указания предназначены для студентов специальности 090303 – Информационная безопасность автоматизированных систем

Данное издание публикуется в авторской редакции.

УДК 004(07)  
ББК 32.973-018.1я7

© Белгородский государственный  
технологический университет (БГТУ)  
им. В. Г. Шухова

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.	
Стандартный ввод и вывод....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.	
Программирование алгоритмов линейной структуры.....	7
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.	
Программирование алгоритмов разветвляющейся структуры.....	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.	
Программирование алгоритмов циклической структуры.....	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.	
Обработка одномерных массивов.....	15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6.	
Использование функций при работе с двумерными массивами .....	18
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7.	
Использование функций при работе со строками.....	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8.	
Использование рекурсивных функций .....	23
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9.</b>	
<b>Побитовые операции.....</b>	<b>25</b>
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10.	
Преобразование типов .....	28
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11.</b>	
<b>Массивы и указатели.....</b>	<b>30</b>
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12.	
Свободные массивы строк.....	34
<b>ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13.</b>	
<b>Использование структур.. .....</b>	<b>36</b>
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14.	
Обработка файлов.....	39
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15.	
Использование указателей на функции и создание программы из нескольких файлов .....	44
Приложение .....	45
Библиографический список .....	50

## ВВЕДЕНИЕ

На каждую из описанных ниже лабораторных работ отводится два часа аудиторных занятий. Предварительно студент должен выполнить задания для подготовки к работе. Письменная часть этих заданий выполняется в тетради для лабораторных работ и предъявляется преподавателю на занятии для получения допуска к работе. Она включает в себя в общем случае:

- 1) название
- 2) цель работы
- 3) задания для подготовки к работе
- 4) формулировку задачи конкретного варианта
- 5) описание решения задачи, используемых формул
- 6) описание алгоритма решения задачи в укрупненных блоках
- 7) описание структур данных
- 8) описание подпрограмм
- 9) текст программы
- 10) наборы тестовых данных с обоснованием их выбора.

Пункты 1 – 4, 6, 9, 10 являются обязательными за исключением лабораторной работы № 1.

Получив допуск, студент набирает программу, отлаживает ее, тестирует, исправляет в тетради допущенные ошибки. Демонстрирует преподавателю работу программы на тестовых данных. Кроме того, в тетради должен быть выполнен анализ допущенных ошибок (определены типы ошибок и их причины). При защите лабораторных работ студент отвечает на вопросы по теме работы, примерный список которых приведен в разделе «Контрольных вопросов».

Примеры оформления письменной части лабораторных работ приведены в приложении.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

## Стандартный ввод и вывод

*Цель работы:* получение навыков использования функций ввода и вывода стандартной библиотеки **stdio**.

### Задания для подготовки к работе

1. Изучить
  - 1) базовые типы данных и их модификации;
  - 2) правила описания переменных скалярных типов.
  - 3) правила записи констант-литералов;
  - 4) организацию стандартного ввода-вывода;
2. Составить программу для
  - 1) ввода и вывода символов и строк.
  - 2) ввода и вывода значений каждого из базовых типов с использованием функций форматного ввода и вывода с соответствующими допустимыми для данного типа символами преобразований.
  - 3) ввода и вывода значений модифицированных базовых типов.
  - 4) ввода и вывода значений с использованием флагов, точности и ширины.
3. Подобрать тестовые данные.

### Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику каждому из базовых типов Си.
2. Что такое спецификатор и модификатор базового типа
3. Как описываются переменные скалярных типов в языке Си?
4. Числовые константы-литералы в языке Си.
5. Символьные константы-литералы в языке Си.
6. Строковые константы.
7. Какими функциями можно ввести и вывести символ?
8. Какими функциями можно ввести и вывести.
9. Стандартный вывод данных в языке Си.
10. Какие возможности предоставляет форматный вывод данных?
11. Как вывести целое неотрицательное число?
12. В каких системах счисления можно вывести целое неотрицательное число?
13. Как вывести вещественное значение в форме с фиксированной точкой, сохранив заданное число знаков после точки?
14. Как вывести вещественное значение в форме с плавающей точкой, сохранив заданное число знаков мантииссы?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

### Программирование алгоритмов линейной структуры

*Цель работы:* получение навыков разработки алгоритмов линейной структуры и освоение числовых типов данных.

#### Задания для подготовки к работе

1. Изучить
  - 1) арифметические операции в языке Си;
  - 2) правила записи арифметических выражений;
  - 3) математические функции стандартной библиотеки Си.
2. Разработать алгоритм и составить программу для вычисления значений переменных  $a$  и  $b$  по формулам, приведенным в таблице для соответствующего варианта (см. табл. 2.1). Определить область допустимых значений переменных для алгебраических выражений и выражений на языке Си, причем требуется так записать выражение на языке Си, чтобы область допустимых значений переменных для выражения на языке Си была максимально близка к области допустимых значений для алгебраического выражения. Значения одинаковых подвыражений должны вычисляться один раз. Исходные данные и результаты требуется вывести в разных строках, каждое – в середине строки экрана.
3. Описать алгоритм словесно-формульно без использования обозначений языка программирования.
4. Подобрать тестовые данные.

Таблица 2.1

№п\п	Расчетные формулы
1	2
1	$a = 3,71y^{x+1} + e^{x-2y}, \quad b = \frac{\lg^3(1 +  \cos z - 1 ) + 0,00001y}{3,71y^{x+1} + 1 +  \cos z - 1 }$
2	$a = \frac{3\arctg^2 x - \sqrt{\lg(1 + x^2)}}{3z - 0,00000071}, \quad b = x \cos y - 0,8\arctg x + 0,83$
3	$a = \left  \sqrt[3]{x/y} - 2y^{3/2} \right , \quad b = \frac{1 + e^{2z}}{\left  \sqrt[3]{x/y} - 2y^{3/2} \right  + 7,8}$
4	$a = \frac{\lg(2 + \sin^2 x) + \sqrt[5]{3 - y}}{1 + 3z}, \quad b = e^{-z} + \lg(2 + \sin^2 x)$
5	$a = \frac{8,01 \sin^2 3x - e^{-2z}}{\sqrt[3]{\lg y} + 2z}, \quad b = \sqrt[3]{\lg y} - 5y$
6	$a = \frac{\sqrt[5]{(x-7)^3} + 2\lg 5y}{10 \log_2 z}, \quad b = 3,7x - \sqrt[5]{(x-7)^3}$

Продолжение таблицы 2.1

1	2
7	$a = \frac{0,08 \cos^2 3x - e^z}{\sqrt[5]{\log_3^2 y - z} - 7z}, b = \sqrt[5]{\log_3^2 y - z} - 5y + 0,00006$
8	$a = \frac{\cos(x + 0,02y) - \lg(8 + z)}{4z^5 - 4,08}, b = \lg(\cos(x + 0,02y)) - 11z^{3/2}$
9	$a = \frac{0,5 \operatorname{tg}^3 x - \sqrt[4]{e^{2y}}}{x^y + 8 + 0,1 \operatorname{tg} x}, b = x^{-2y} - \sqrt[5]{(y + z)^4}$
10	$a = \frac{\sin(x + 0,06y) - \log_2(8 + z^{3/2})}{6z^3 - 3,0001}, b = \log_3(\sin(x + 0,06y))$
11	$a = \frac{\log_4^3(2 +  \cos z ) + 0,00037x}{1 + \operatorname{tg}^2(y - \pi/7) + 2,05x}, b = \log_4(2 +  \cos z ) + 8x$
12	$a = \frac{0,004 \sqrt[3]{\cos^5 x} - 8,5 \cdot 10^{-3} z}{1/7 + e^{x+y}}, b = x - \frac{z^2 \cos^4 x}{y - 5} + \frac{1}{8} + \sqrt[3]{\cos^5 x}$
13	$a = \frac{\sqrt[3]{(x + 7)^5} + 2 \arccos 5y}{10 \lg z}, b = 0,0000027z - \sqrt[3]{(x + 7)^5}$
14	$a = \left  \sqrt[5]{x + y} - 4y^{3z} \right  + 0,000006, b = \frac{2 - e^{1,5z}}{\left  \sqrt[5]{x + y} - 4y^{3z} \right  + 3,002}$
15	$a = \frac{\lg(2 + e^x) + \sqrt[3]{8 + y}}{1 + \cos(2z - 1)}, b = \cos(2z - 1) + e^x$
16	$a = \frac{\sqrt[3]{x + z} - 2 \cos 0,03y}{0,00007 + \left  \lg^3 z / 2 \right }, b = \frac{\sqrt[5]{x^2} - 2 \cos 0,03y}{2 \lg^2 z / 2}$
17	$a = \frac{\ln^3(1 + \cos( z - 1 )) + 0,71y}{2x^{-3} + 0,005zy}, b = \ln^3(1 + \cos( z - 1 )) + 5$
18	$a = \frac{2 \sqrt[3]{\sin^2 x} - 1,5 \cdot 10^{-3} y}{1/3 + e^{-2z}}, b = x - \frac{z^2}{5} + \frac{1}{3} + e^{-2z}$
19	$a = \frac{0,04 \sqrt[3]{\cos^5 x} - 8,5 \cdot 10^{-3} z}{1/7 + e^{x+y}}, b = x - \frac{z^2 \cos^4 x}{y - 5} + \frac{1}{8} + \sqrt[3]{\cos^5 x}$
20	$a = \frac{\sqrt[3]{x + z} - 2 \cos 0,03y}{0,00007 + \left  \lg^3 z / 2 \right }, b = \frac{\sqrt[5]{x^2} - 2 \cos 0,03y}{2 \lg^2 z / 2}$



2	
21	$a = \frac{\ln^3(1 + \cos z-1 ) + 0,71y}{2y^x + 0,005y}, \quad b = 8y^x + e^{x+y}$
22	$a = \frac{\log_2(3 + e^y) + \sqrt[5]{2+y}}{1 + \cos(2z-1)}, \quad b = \cos(2z-1) + \log_2(3 + e^y)$
23	$a = \frac{\lg^2(1 +  \operatorname{tg} z ) + 0,95x}{1 + \sin^2(y - \pi/5) - 0,01x}, \quad b = \lg^2(1 +  \operatorname{tg} z ) + 3$
24	$a = 1,2(\operatorname{tg} 2\pi x/7 - 1), \quad b = \frac{y \operatorname{tg}^2 2\pi x/7 + 5,8}{z - \sqrt[5]{x-2,3}}$
25	$a = \frac{\ln^3(1 + \sin^2 z-1 ) + 0,00007y}{5y^x + 1 + \sin z-1 }, \quad b = 5y^x + e^{x-2y}$
26	$a = \frac{\sqrt[2]{x} - 2 \sin 3y}{1,7 +  \ln^3 z/2 }, \quad b = \frac{\sqrt[3]{x} - 2 \sin 3y}{2 \ln^3 z/2}$
27	$a = \frac{\sqrt[4]{e^{3x}} + 0,8 \operatorname{tg}^2 2x}{\sqrt[3]{y-3} + 0,5 \operatorname{tg} 2x}, \quad b = 1,35 \ln(\operatorname{tg}^2 2x) + 7,5z$
28	$a = \frac{\log_3(2 + \cos^2 x) + \sqrt[3]{5-2y}}{3-4z}, \quad b = e^{-z} + \log_3(2 + \cos^2 x)$
29	$a = \frac{2 \arccos^2 x - \sqrt{\log_3(1+z^3)}}{7x - 0,00000054}, \quad b = x \sin y - 0,4 \arccos x + 0,83$
30	$a = \frac{\sqrt[5]{e^{2y}} + 0,00004 \operatorname{ctg}^3(2-x)}{\sqrt[7]{y-8,1} + 0,01 \operatorname{ctg}(2-x)}, \quad b = 5,34 \lg(\operatorname{ctg}^2(2-x)) + 6,1z$

### Контрольные вопросы

1. Правила записи арифметических выражений в языке Си.
2. Перечислите стандартные арифметические функции Си.
3. Приоритеты арифметических операций в языке Си.
4. Чему равно значение выражения  $30/7$  в языке Си?
5. Как записать на языке Си выражения для вычисления следующих значений:
  - 1)  $\sqrt[7]{y}$ ;
  - 2)  $\log_3(1 + z^2)$ ;
  - 3)  $\arctg x$ ?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

### *Программирование алгоритмов разветвляющейся структуры*

*Цель работы:* получение навыков разработки алгоритмов разветвляющейся структуры, кодирования полученных алгоритмов, отладки и тестирования программ с разветвлениями.

#### Задания для подготовки к работе

1. Изучить логические операции, правила вычисления значений логических выражений в языке Си.
2. Изучить возможности языка Си для организации бинарного и множественного ветвлений.
3. Разработать алгоритм и составить программу для решения задачи соответствующего варианта.
4. Подобрать наборы тестовых данных.

#### Варианты заданий

1. Даны три вещественных числа. Определить, можно ли составить из них возрастающую геометрическую прогрессию. Если можно, то вывести эту прогрессию
2. Определить, входит ли данная цифра в запись данного трехзначного числа.
3. Дано уравнение  $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$  с целыми коэффициентами ( $0 < |d| \leq 2$ ). Определить количество целых корней этого уравнения.
4. Даны координаты начала и конца каждого из двух отрезков на плоскости. Определить, пересекаются ли эти отрезки, и если пересекаются, то найти координаты точки их пересечения.
5. Даны координаты вершин треугольника:  $(a_x, a_y)$ ,  $(b_x, b_y)$ ,  $(c_x, c_y)$ . Определить, является ли данный треугольник равносторонним, равнобедренным или разносторонним.
6. Найти минимальную цифру в записи данного четырехзначного числа.
7. Определить, можно ли составить из трех данных чисел убывающую арифметическую прогрессию. Если можно, то вывести эту прогрессию.
8. Даны координаты вершин четырехугольника. Определить, является ли этот четырехугольник равнобокой трапецией.
9. Упорядочить три данные точки на плоскости  $A(a_x, a_y)$ ,  $B(b_x, b_y)$ ,  $C(c_x, c_y)$  по неубыванию расстояния от точки до начала координат.
10. Определить, найдутся ли среди введенных трех натуральных чисел полные квадраты. Например, 25 – это полный квадрат ( $5^2$ ).
11. Число называется палиндромом, если его запись читается одинаково справа налево и наоборот. Например, 575. Определить, является ли данное четырехзначное число палиндромом.
12. Даны действительные числа  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$ . Если они упорядочены по невозрастанию, то каждое число заменить наибольшим из них; если они

упорядочены по неубыванию, то числа оставить без изменения; в противном случае все числа заменить их квадратами.

13. Даны координаты вершин четырехугольника. Определить, является ли данный четырехугольник ромбом.
14. Даны координаты вершин треугольника:  $(a_x, a_y)$ ,  $(b_x, b_y)$ ,  $(c_x, c_y)$ . Определить, лежит ли данный треугольник внутри окружности радиуса  $R$  с центром в точке  $(x_0, y_0)$ .
15. Даны координаты вершин четырехугольника. Определить, является ли данный четырехугольник параллелограммом.
16. Даны действительные числа  $x$ ,  $y$ . Если  $x$  и  $y$  отрицательны, то каждое значение заменить его модулем; если отрицательно только одно из них, то все значения увеличить на 0,5; если оба значения неотрицательны и ни одно из них не принадлежит отрезку  $[0,5; 2,0]$ , то оба значения уменьшить в 10 раз; в остальных случаях  $x$  и  $y$  оставить без изменения.
17. Даны действительные числа  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Выяснить, существует ли треугольник с длинами сторон  $x$ ,  $y$ ,  $z$ . Если да, то является ли он остроугольным.
18. Определить, принадлежит ли точка  $P(x, y)$  заштрихованной области (рис. 3.1).

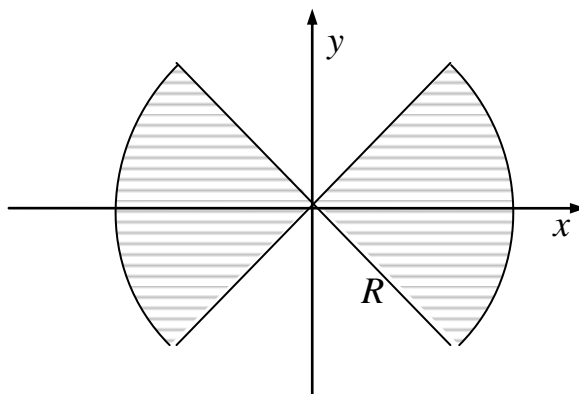


Рис. 3.1

19. Определить, можно ли составить из трех данных чисел знакочередующуюся геометрическую прогрессию. Если можно, то вывести эту прогрессию.
20. Определить, упорядочены ли цифры данного трехзначного числа по невозрастанию.
21. Определить, принадлежит ли точка  $P(x, y)$  заштрихованной области (рис. 3.2).

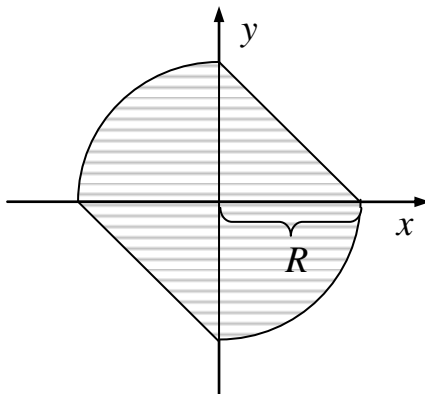


Рис. 3.2

22. Определить, является ли четырехугольник, заданный координатами своих вершин, квадратом.
23. Упорядочить 3 числа по убыванию, если среди них нет отрицательных чисел, или по возрастанию – в противном случае.
24. Даны три точки на плоскости  $A(a_x, a_y)$ ,  $B(b_x, b_y)$ ,  $C(c_x, c_y)$ . Определить, лежат ли они на одной прямой.
25. Дано трехзначное число. Определить, равны ли все цифры данного числа, или среди них есть только две равные, или все цифры различны.
26. Определить, является ли четырехугольник, заданный координатами своих вершин, прямоугольником.
27. Известны даты рождения Миши и Гриши (день, месяц, год). Определить, кто из них старше.
28.  $n$ -значное натуральное число называется числом Армстронга, если оно равно сумме  $n$ -х степеней своих цифр. Определить, является ли данное двузначное или трехзначное число числом Армстронга.
29. Если сумма трех попарно различных чисел меньше единицы, то наименьшее из них заменить полусуммой двух других, а наибольшее – полуразностью двух других.
30. Дана последовательность из четырех целых чисел. Определить, является ли она знакопеременной..

### **Контрольные вопросы**

1. Какое выражение называется логическим?
2. Какое выражение называется отношением?
3. Какие значения могут иметь отношения?
4. Перечислите операции сравнения в порядке убывания приоритета.
5. Какое выражение, рассматриваемое в языке Си как логическое, является истинным?
6. Перечислите логические операции в порядке убывания приоритета.
7. В каком порядке выполняются операции в логических выражениях?
8. По какой схеме вычисляются значения логических выражений в языке Си?
9. Как организовать бинарное ветвление?
10. Какое выражение называется условным? Как определяется тип и значение условного выражения?
11. Как организовать множественное ветвление?
12. Какие наборы тестовых данных необходимы для тестирования программ с разветвлениями?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### Программирование алгоритмов циклической структуры

*Цель работы:* получение навыков разработки алгоритмов циклической структуры, их кодирования, отладки и тестирования.

#### Задания для подготовки к работе

1. Изучить возможности языка Си для организации циклов с заданным числом повторений и итерационных циклов.
2. Разработать алгоритм и составить программу для решения задачи соответствующего варианта.
3. Подобрать тестовые данные.

#### Варианты заданий

1. Даны две последовательности:

$$x_1 = y_1 = 1, x_i = x_{i-1} + \frac{y_{i-1}}{2}, y_i = y_{i-1} + \frac{x_{i-1}}{3} \text{ для } i \geq 2.$$

Вычислить  $n$ -е члены этих последовательностей.

2. Дано целое число  $n$ . Найти максимальную цифру в записи этого числа.
3. Установить, четным или нечетным является число цифр в записи данного целого числа. Если число цифр нечетно, вывести среднюю цифру.
4. Найти все простые делители данного натурального числа.
5. С клавиатуры вводятся целые числа. Признак конца ввода – ноль. Определить число, следующее за последним из введенных минимальных значений.
6. Определить, можно ли данное натуральное число представить в виде суммы квадратов двух натуральных чисел. Например,  $5 = 1^2 + 2^2$ .

**7. Определить, является ли данное натуральное число простым числом.**

8. Даны натуральные числа  $a$  и  $b$ . Определить, могут ли эти числа быть соседними членами последовательности Фибоначчи.

Последовательность Фибоначчи задается следующим образом:

$$f_1 = f_2 = 1, f_i = f_{i-1} + f_{i-2} \text{ для } i > 2.$$

9. Установить, является ли данное натуральное число  $n$  совершенным (равным сумме всех его делителей, меньших  $n$ ).
10. С клавиатуры вводятся символы. Признак конца ввода – точка. Определить максимальную длину подпоследовательности одинаковых следующих друг за другом символов.

**11. Вывести данное число  $n$  в семеричной системе счисления.**

12. С клавиатуры вводятся вещественные числа. Признак конца ввода – ноль. Определить, является ли вводимая последовательность бесконечно убывающей геометрической прогрессией. Если является, то найти сумму **всех** членов этой прогрессии.

**13. Дано целое неотрицательное число  $n$ . Определить количество нулей, которыми заканчивается запись числа  $n$ . Вывести  $n$  в виде  $a \cdot 10^k$ , где  $a$  – целое,**

не содержащее нуля в конце записи числа;  $k$  – количество нулей в конце записи числа  $n$ . Например,  $130000 = 13 \cdot 10^4$ .

14. С клавиатуры вводятся целые числа. Признак конца ввода – ноль. Определить число, предшествующее первому из введенных максимальных значений.
15. Дано целое число  $n$ . Найти произведение отличных от нуля цифр данного числа.
16. С клавиатуры вводятся символы. Признак конца ввода – точка. Определить символ, следующий за последним вхождением цифры.
17. С клавиатуры вводятся целые числа. Признак конца ввода – ноль. Определить количество введенных нечетных чисел после последнего отрицательного.
18. Дано целое число  $n$ . Найти сумму цифр числа  $n$ .
19. С клавиатуры вводятся вещественные числа. Признак конца ввода – ноль. Определить, является ли вводимая последовательность упорядоченной по невозрастанию или по неубыванию.
20. С клавиатуры вводятся вещественные числа. Признак конца ввода – ноль. Определить, является ли вводимая последовательность арифметической прогрессией.
21. Дано натуральное число  $s$ . Определить, может ли число  $s$  быть суммой некоторого числа первых членов последовательности Фибоначчи. Последовательность Фибоначчи задается следующим образом:
$$f_1 = f_2 = 1, \quad f_i = f_{i-1} + f_{i-2} \quad \text{для } i > 2.$$
22. С клавиатуры вводятся целые числа. Признак конца ввода – ноль. Определить количество максимальных значений.
23. С клавиатуры вводятся символы. Признак конца ввода – точка. Определить символ, предшествующий последнему вхождению прописной буквы.
24. С клавиатуры вводятся символы. Признак конца ввода – точка. Определить, сколько было введено пар следующих друг за другом символов, которые и в таблице ASCII расположены в таком же порядке.
25. С клавиатуры вводятся символы. Признак конца ввода – точка. Определить сумму введенных цифр.
26. Дано целое число  $n$ . Проверить, входит ли в запись числа  $n$  данная цифра заданное количество раз.
27. Дано целое число  $n$ . Установить, является ли данное число  $n$  палиндромом.
28. Определить, в какой степени входит наименьшее простое число в разложение на простые множители данного натурального числа  $n$ .
29. С клавиатуры вводятся целые числа. Признак конца ввода – ноль. Определить число, следующее за первым из введенных максимальных значений.
30. С клавиатуры вводятся вещественные числа. Признак конца ввода – ноль. Определить, является ли вводимая последовательность геометрической прогрессией.

## Контрольные вопросы

1. Какие циклы в языке Си являются циклами с предусловием, а какие – с постусловием?
2. Назначение операции «запятая».
3. Опишите синтаксические диаграммы циклов в языке Си.
4. Чему равно минимальное число итераций цикла с предусловием?
5. Чему равно минимальное число итераций цикла с постусловием?
6. Какие наборы тестовых данных необходимы для тестирования программ с циклами?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### *Обработка одномерных массивов*

*Цель работы:* получение навыков работы с массивами, их ввода и вывода, овладение базовыми алгоритмами обработки массивов, закрепление навыков организации программ циклической структуры.

### **Задания для подготовки к работе**

1. Изучить способы описания и инициализации одномерных массивов и обращения к их элементам.
2. Изучить базовые алгоритмы обработки массивов:
  - проверка упорядоченности массива,
  - прямые методы сортировки массивов (сортировка выбором, вставками и обменная сортировка),
  - алгоритмы поиска элемента в неупорядоченном и упорядоченном массивах,
  - однопроходный алгоритм удаления из последовательности, хранящейся в массиве, членов, удовлетворяющих заданному условию.
3. Разработать алгоритм и составить программу для решения задачи соответствующего варианта. Длину последовательности задать константой.
4. Подобрать наборы тестовых данных.

### **Варианты заданий**

1. Дана последовательность целых чисел, все элементы которой различны. Вывести в порядке убывания те члены последовательности, которые не находятся между минимальным и максимальным.
2. Дана последовательность целых чисел. Получить упорядоченную по возрастанию последовательность из чисел, которые встречаются в данной не менее двух раз.
3. Дана последовательность целых чисел. Упорядочить члены, стоящие на четных местах по невозрастанию, а на нечетных – по неубыванию.
4. Дана последовательность целых чисел, содержащая как положительные, так и отрицательные элементы. Упорядочить последовательность следующим образом: сначала идут отрицательные числа, упорядоченные по невозрастанию, потом положительные, упорядоченные по неубыванию.

5. Дана целочисленная последовательность. Получить упорядоченную по убыванию последовательность, состоящую из всех различных членов данной последовательности.
6. Если данная последовательность не упорядочена ни по неубыванию, ни по невозрастанию, найти среднее геометрическое положительных членов.
7. Дана целочисленная последовательность. Определить количество вхождений каждого числа в последовательность.
8. Если целое число  $x$  встречается в целочисленной последовательности, то упорядочить по невозрастанию часть последовательности до последнего вхождения  $x$ .
9. Дана последовательность целых чисел. Упорядочить по невозрастанию часть данной последовательности, между предпоследним и последним отрицательными членами.
10. Даны две последовательности целых чисел. Определить, является ли множество чисел первой последовательности подмножеством второй. Если является, то упорядочить первую.
11. Упорядочить последовательность точек на числовой оси по неубыванию их расстояний до данной точки.
12. Даны две упорядоченные по невозрастанию последовательности  $a_1^m$  и  $b_1^m$ . Получить упорядоченную по невозрастанию последовательность длины  $n+m$  из членов данных последовательностей.
13. Даны две упорядоченные по неубыванию целочисленные последовательности, получить упорядоченную по невозрастанию последовательность, состоящую из членов первой последовательности, которых нет во второй.\
14. Определить, можно ли, переставив члены данной целочисленной последовательности, получить арифметическую прогрессию.
15. Дана последовательность целых чисел. Получить упорядоченную по невозрастанию последовательность, состоящую из членов данной последовательности, заключенных между первым и последним четными членами данной последовательности.
16. Дана целочисленная последовательность и целое число  $x$ . Определить, есть ли  $x$  среди членов последовательности, и если нет, то найти члены последовательности, ближайшие к  $x$  сверху и снизу.
17. Если возможно, то упорядочить данную последовательность целых чисел по возрастанию.
18. Если в целочисленной последовательности нет других чисел, кроме данных  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , то упорядочить последовательность по невозрастанию.
19. Если члены данной последовательности не упорядочены по возрастанию, то удалить все последующие вхождения каждого числа.
20. Упорядочить по невозрастанию только четные числа данной целочисленной последовательности, нечетные оставить без изменения. Указание: можно использовать вспомогательный массив с номерами четных элементов.
21. Если целое число  $x$  встречается в данной последовательности целых чисел, то упорядочить по неубыванию часть последовательности после первого вхождения  $x$ .



22. Из последовательности целых чисел вывести в порядке возрастания числа, стоящие на четных местах и встречающиеся более двух раз.
23. Даны целые числа  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . Пусть  $max$  – максимальное из этих чисел, а  $min$  – минимальное. Получить в порядке возрастания все целые числа, заключенные в интервале между  $min$  и  $max$  данных чисел и не принадлежащие данной последовательности.
24. Получить упорядоченную по возрастанию последовательность из чисел, которые входят в данную последовательность по одному разу.
25. Даны две последовательности. Получить упорядоченную по невозрастанию последовательность, состоящую из тех членов первой последовательности, которых нет во второй.
26. Определить, можно ли, переставив члены данной последовательности, получить возрастающую геометрическую прогрессию.
27. Дана целочисленная последовательность. Упорядочить по неубыванию часть последовательности, заключенную между первым вхождением максимального значения и последним вхождением минимального ее члена.
28. Дана последовательность целых чисел. Вывести упорядоченную по возрастанию последовательность, состоящую из чисел данной последовательности, стоящих на нечетных местах и встречающихся в данной последовательности только один раз. Исходную последовательность не изменять.
29. Определить, можно ли, переставив члены данной последовательности, получить убывающую геометрическую прогрессию. Если да, то найти сумму всех членов этой бесконечно убывающей геометрической прогрессии.
30. Если члены данной последовательности не упорядочены по убыванию, то удалить все предыдущие вхождения каждого числа.

### **Контрольные вопросы**

1. Как описываются одномерные массивы в языке Си?
2. Каким может быть базовый тип массива?
3. Назначение типа `size_t`.
4. Как осуществляется ввод и вывод массивов?
5. Где можно использовать переменные с индексами?
6. Назовите прямые методы сортировки одномерных массивов. В чем суть каждого из этих способов?
7. Какими способами может быть осуществлен поиск элемента в упорядоченном и неупорядоченном одномерном массиве?
8. Чему равно максимальное количество итераций при поиске элемента в неупорядоченном массиве?
9. Чему равно максимальное количество итераций при поиске элемента в упорядоченном массиве?
10. В чем суть однопроходного алгоритма удаления из последовательности, хранящейся в массиве, членов, удовлетворяющих заданному условию?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### *Использование функций при работе с двумерными массивами*

*Цель работы:* получение навыков работы с функциями и двумерными массивами.

#### Задания для подготовки к работе

1. Изучить способы описания и инициализации. многомерных массивов
2. Изучить базовые алгоритмы обработки матриц, хранящихся в двумерных массивах.
3. Изучить правила описания функций и обращения к ним.
4. Разбить задачу соответствующего варианта на подзадачи таким образом, чтобы решение каждой подзадачи описывалось функцией, а основная программа состояла бы из последовательности вызовов функций. Размеры матриц задать константами.
5. Для каждой подзадачи описать спецификацию и блок-схему алгоритма. Спецификация содержит заголовок функции и ее назначение, из которого должен быть понятен смысл каждого параметра.
6. Подобрать наборы тестовых данных.

#### Варианты заданий

1. Дана прямоугольная матрица, все элементы которой различны. Найти среднее геометрическое модулей элементов в заштрихованной области (рис. 6.1), где *max* – максимальный элемент матрицы.

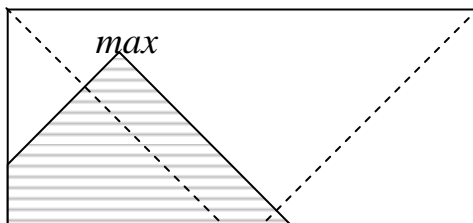


Рис. 6.1

2. Дана квадратная матрица. Упорядочить ее строки по неубыванию сумм элементов строк.
3. Определить количество классов эквивалентных строк данной прямоугольной матрицы. Строки считать эквивалентными, если равны суммы их элементов.
4. Определить, является ли данная целочисленная квадратная матрица ортонормированной, то есть такой, в которой скалярное произведение каждой пары различных строк равно нулю, а скалярное произведение каждой строки на себя равно единице. Дана матрица. Определить  $k$  – количество "особых" элементов данной матрицы, считая элемент "особым", если в строке слева от него находятся меньшие элементы, а справа – большие.
5. Дана квадратная матрица  $A$  и натуральное число  $n$ . Определить матрицу  $B = A^1 + A^2 + \dots + A^n$ .

6. Найти максимальное значение элементов прямоугольной матрицы в заштрихованной области (рис. 6.2).

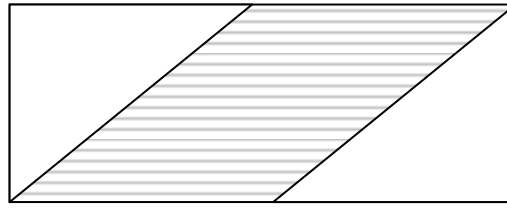


Рис. 6.2

7. Дана квадратная матрица. Определить  $k$  – количество "особых" элементов матрицы, считая элемент "особым", если он больше суммы остальных элементов своего столбца.
8. Дана матрица. Упорядочить ее строки по убыванию первых элементов строк, если это возможно.
9. Определить количество классов эквивалентных столбцов данной прямоугольной матрицы. Столбцы считать эквивалентными, если равны множества их элементов.
10. Элемент матрицы назовем седловой точкой, если он является наименьшим в своей строке и наибольшим в своем столбце. Для заданной целочисленной матрицы вывести индексы всех ее седловых точек..
11. Дан массив квадратных матриц. Определить число матриц, строки которых упорядочены по невозрастанию элементов
12. Дан массив целочисленных матриц. Вывести матрицы, имеющие наибольшее число нулевых строк.
13. Дана квадратная матрица. Назовем псевдодиагональю множество элементов этой матрицы, лежащих на прямой, параллельной прямой, содержащей элементы  $a_{i,i}$ . Найти сумму максимальных элементов всех псевдодиагоналей данной матрицы.
14. Дана прямоугольная матрица. Упорядочить столбцы матрицы по невозрастанию минимальных элементов столбцов.
15. Дана прямоугольная матрица, все элементы которой различны. Найти максимальный элемент матрицы в заштрихованной области (рис. 6.3), где  $\min$  – минимальный элемент матрицы.

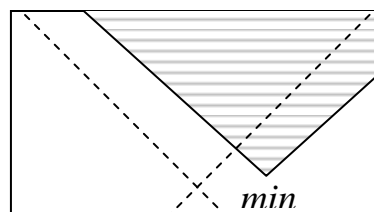


Рис. 6.3

16. Дана квадратная матрица. Если среди сумм элементов строк матрицы нет равных, то транспонировать матрицу.
17. Дано  $m$  точек в  $n$ -мерном пространстве. Упорядочить точки по неубыванию их расстояний до начала координат.

18. Если данная квадратная матрица  $A$  симметрична, то заменить  $A$  ее квадратом.
19. Упорядочить строки данной вещественной матрицы по неубыванию наибольших элементов строк.
20. Дана квадратная матрица. Заменить две ее первые строки последним из столбцов, в котором находится минимальный элемент матрицы.
21. Дан массив вещественных квадратных матриц. Вывести матрицы с наименьшей нормой. В качестве нормы матрицы взять максимум абсолютных величин ее элементов.
22. Дана квадратная матрица. Заменить предпоследнюю строку матрицы первым из столбцов, в котором находится минимальный элемент матрицы.
23. Дана квадратная матрица. Найти наименьшее из значений элементов побочной диагонали матрицы и соседних с ними справа и слева.
24. Дана квадратная матрица. Назовем псевдодиагональю множество элементов этой матрицы, лежащих на прямой, параллельной прямой, содержащей элементы  $a_{i, n-i+1}$ , где  $n$  – порядок матрицы. Найти сумму максимальных элементов псевдодиагоналей данной матрицы.
25. Каждая строка данной матрицы представляет собой координаты вектора в пространстве. Определить, какой из этих векторов образует максимальный угол с данным вектором  $\vec{a} = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix}$ .
26. Дана вещественная матрица, все элементы которой различны. Найти скалярное произведение строки, в которой находится наибольший элемент матрицы, на столбец с наименьшим элементом.
27. Даны две квадратные матрицы  $A$  и  $B$ . Определить, являются ли они взаимно обратными ( $A = B^{-1}$ ).
28. Дана квадратная матрица, все элементы которой различны. Поменять местами строки, в которых находятся максимальный и минимальный элементы.
29. Дана квадратная матрица. Заменить предпоследний столбец первой из строк, в которой находится максимальный элемент.

### Контрольные вопросы

1. Как определяется размерность и размер массива?
2. Как описываются и инициализируются многомерные массивы в языке Си?
3. Как обратиться к элементу многомерного массива?
4. Определите значение  $a[2][1]$  после каждого из следующих описаний
  - а) `int a[3][4] = { {1,2}, {3,4}, {5,6} };`
  - б) `int a[3][4] = {1,2,3,4,5,6}.`
5. Как располагаются в памяти ЭВМ элементы многомерных массивов?
6. Как осуществляется ввод и вывод многомерных массивов?
7. В каких случаях целесообразно использовать функции?
8. Изобразите синтаксическую диаграмму описания функции.
9. Может ли в результате вызова функции измениться значение фактического параметра функции?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### *Использование функций при работе со строками*

*Цель работы:* получение навыков работы со строками. Закрепление навыков работы с функциями.

#### Задания для подготовки к работе

1. Изучить организацию работы со строками.
2. Изучить стандартные функции для работы со строками в языке Си.
3. Разработать алгоритм и составить программу для решения задачи соответствующего варианта таким образом, чтобы решение каждой подзадачи описывалось функцией. Если не указано иначе, словом считать последовательность символов, не содержащую «пустых» символов (символов с кодами меньшими 33), буквы считать буквы латинского алфавита.
4. Если в стандартной библиотеке есть функция для решения выделенной подзадачи, то описать свою функцию с таким же заголовком и назначением и не использовать стандартную.
5. Подобрать наборы тестовых данных.

#### Варианты заданий

1. Удалить из строки слова, совпадающие с последним словом.
2. Даны две строки  $s1$  и  $s2$ . Пусть  $w$  – первое из слов строки  $s1$ , которое есть и в строке  $s2$ . Найти слово, предшествующее первому вхождению  $w$  в  $s1$ .
3. Даны две строки. Получить строку, в которой чередуются слова первой и второй строки. Если в одной из строк число слов больше, чем в другой, то оставшиеся слова этой строки должны быть дописаны в строку-результат.
4. Преобразовать строку таким образом, чтобы цифры каждого слова были перенесены в начало слова без изменения порядка следования их в слове.
5. Удалить из данной строки слова, содержащие заданную последовательность символов.
6. В данной строке соседние слова разделены запятыми. Определить количество слов-палиндромов, которые начинаются с буквы  $a$ .
7. Преобразовать строку, заменяя каждое слово *"this"* словом *"the"*.
8. Определить, упорядочены ли лексикографически слова данного предложения.
9. Даны две строки. Пусть  $n_1$  – число слов в первой строке, а  $n_2$  – во второй ( $n_1 < n_2$ ). Добавить в конец первой строки, последние  $n_2 - n_1$  слов второй строки.
10. Преобразовать строку таким образом, чтобы после каждого заданного символа  $sym1$  был вставлен символ  $sym2$ , если  $sym2$  не следует за  $sym1$  в исходной строке.
11. Определить, входит ли в данную строку каждая буква данного слова.
12. Преобразовать строку таким образом, чтобы цифры каждого слова были перенесены в начало слова и изменить порядок следования цифр в слове на обратный.

13. Преобразовать строку, заменяя каждую цифру соответствующим ей числом пробелов.
14. Даны две строки. Определить последнее из слов первой строки, которое есть во второй строке.
15. Преобразовать строку таким образом, чтобы цифры каждого слова были перенесены в конец слова без изменения порядка следования их в слове.
16. Преобразовать строку, изменив порядок следования слов в строке на обратный.
17. Преобразовать строку таким образом, чтобы цифры каждого слова были перенесены в конец слова, и изменить порядок следования цифр в слове на обратный.
18. Преобразовать строку, заменяя каждое слово *"this"* словом *"that"*.
19. Определить, есть ли в данной строке слова, множества символов которых равны.
20. Вывести слова данной строки, которые отличны от последнего слова.
21. Преобразовать строку, оставляя только один символ в каждой последовательности подряд идущих одинаковых символов.
22. Вывести слово данной строки, предшествующее первому из слов, содержащих букву *"a"*. Регистр значения не имеет.
23. Удалить из данной строки слова-палиндромы.
24. Вывести слова данной строки в обратном порядке по одному в строке экрана.
25. Удалить из строки слова, содержащие повторяющиеся символы.
26. Определить, есть ли в данной строке одинаковые слова.
27. Преобразовать строку, обратив каждое слово этой строки.
28. Сократить количество пробелов между словами данного предложения до одного.
29. Из данной строки удалить слова, содержащие заданную последовательность символов.
30. Удалить из строки все символы, не являющиеся буквами, а прописные буквы заменить строчными.

#### Контрольные вопросы

1. Как описываются и инициализируются строки в языке Си?
2. Что представляет собой строка-константа в языке Си?
3. Какой заголовочный файл необходимо подключить для работы со строками?
4. Опишите прототипы стандартных функций для:
  - определения длины строки;
  - копирования строки;
  - конкатенации строк;
  - поиска подстроки в строке;
  - удаления подстроки из строки;
  - вставки подстроки в строку.
5. Опишите функции для решения каждой из задач п. 4, сохранив стандартные заголовки.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

### Использование рекурсивных функций

*Цель работы:* получение навыков описания и использования рекурсивных функций.

#### Задания для подготовки к работе

1. Изучить правила организации рекурсивных функций.
2. Разработать алгоритм и составить программу для решения задачи соответствующего варианта двумя способами: используя рекурсивную и итеративную функции.
3. Подобрать наборы тестовых данных.

#### Варианты заданий

1. С клавиатуры вводится последовательность символов. Признак конца ввода – конец файла. Вывести только цифры из введенной последовательности: сначала в порядке ввода, а затем в обратном порядке.
2. Найти номер последнего вхождения минимального значения в последовательность длины  $n$ .
3. Определить количество цифр в тексте, вводимом с клавиатуры. Признак конца ввода – конец файла.
4. С клавиатуры вводятся целые числа. Признак конца ввода – ноль. Найти произведение введенных нечетных чисел.
5. Вывести данное натуральное число в восьмеричном виде.
6. Определить, является ли данное слово палиндромом.
7. Даны натуральные числа  $a$  и  $b$ . Определить, могут ли эти числа быть соседними членами последовательности Фибоначчи. Последовательность Фибоначчи задается следующим образом:  $f_1=f_2=1$ ,  $f_i=f_{i-1}+f_{i-2}$  для  $i > 2$ .
8. Дана упорядоченная по убыванию последовательность целых чисел. Определить, есть ли среди членов данной последовательности число  $x$ , и если есть, найти номер этого члена.
9. Вывести двоичное представление данного натурального числа.
10. Дан знаменатель и первый член геометрической прогрессии. Вычислить  $n$ -й член прогрессии.
11. Даны две последовательности:  
$$x_1 = y_1 = 1, \quad x_i = x_{i-1} + \frac{y_{i-1}}{2}, \quad y_i = y_{i-1} + \frac{x_{i-1}}{3} \quad \text{для } i \geq 2.$$
Вычислить  $n$ -е члены этих последовательностей.
12. Дана последовательность неотрицательных целых чисел. Вывести сначала все четные, а затем все нечетные числа. Последовательность заканчивается нулем.
13. Вывести в обратном порядке символы данного текста, вводимого с клавиатуры, которые не являются цифрами. Признак конца ввода – конец файла.

14. Найти номер первого вхождения максимального значения в последовательность натуральных чисел длины  $n$ . Последовательность не хранить.
15. С клавиатуры вводятся целые числа. Признак конца ввода – ноль. Найти сумму введенных четных чисел.
16. Дано натуральное число  $S$ . Определить, может ли число  $S$  быть суммой некоторого числа первых членов последовательности Фибоначчи. Последовательность Фибоначчи задается следующим образом:  $f_1=f_2=1$ ,  $f_i=f_{i-1}+f_{i-2}$  для  $i > 2$ .
17. Найти номер последнего вхождения минимального значения в последовательность отрицательных целых чисел длины  $n$ .
18. С клавиатуры вводятся слова. Признак конца ввода – конец файла. Вывести символы каждого слова в обратном порядке. Порядок слов изменить на обратный.
19. Дан первый член арифметической прогрессии и ее разность. Вычислить  $n$ -й член прогрессии.
20. Дан  $n$ -й член арифметической прогрессии и ее разность. Вычислить первый член прогрессии.
21. Дана последовательность ненулевых целых чисел. Вывести сначала все положительные, а затем все отрицательные числа. Последовательность заканчивается нулем.
22. Определить количество букв в тексте, вводимом с клавиатуры. Признак конца ввода – конец файла.
23. Дана последовательность символов. Вывести сначала строчные, затем прописные буквы. Признак конца ввода – конец файла.
24. Дан знаменатель и  $n$ -й член геометрической прогрессии. Вычислить первый член прогрессии.
25. С клавиатуры вводится текст. Признак конца ввода – конец файла. Проверить, является ли текст правильной записью формулы, если формула определяется следующим образом:  
 $\langle \text{формула} \rangle ::= \langle \text{цифра} \rangle \mid (\langle \text{формула} \rangle \langle \text{знак} \rangle \langle \text{формула} \rangle)$   
 $\langle \text{знак} \rangle ::= + \mid - \mid *$   
 $\langle \text{цифра} \rangle ::= 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9$ .
26. С клавиатуры вводятся положительные вещественные числа  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . Признак конца ввода – отрицательное число. Вывести следующие значения:  

$$\frac{a_n + a_{n-1}}{2}, \frac{a_{n-1} + a_{n-2}}{2}, \dots, \frac{a_2 + a_1}{2}.$$
27. Найти номер последнего вхождения максимального значения в последовательность неотрицательных вещественных чисел длины  $n$ .
28. С клавиатуры вводятся целые числа. Признак конца ввода – ноль. Вывести подряд идущие числа одного знака в обратном порядке. Например, на входе: 1 2 3 -1 -2 -3 4 5 6 0.  
На выходе: 3 2 1 -3 -2 -1 6 5 4.



29. С клавиатуры вводятся слова, разделенные пробелами. Признак конца ввода – конец файла. Вывести символы каждого слова в обратном порядке. Порядок слов не изменять.
30. Найти наибольший общий делитель двух натуральных чисел  $n$  и  $m$ .

### **Контрольные вопросы**

1. Какие условия должны выполняться при описании рекурсивных функций?
2. Назовите преимущества и недостатки рекурсивных функций по сравнению с итеративными.
3. Всегда ли рекурсивная функция может быть заменена итеративной?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9**

### ***Побитовые операции в Си***

*Цель работы:* получить навыки работы с отдельными разрядами целочисленных объектов.

### **Задание для подготовки к работе**

1. Изучить побитовые операции в языках Си.
2. Разработать алгоритм и составить программу для решения задачи соответствующего варианта. Исходные данные и результаты вывести в двоичной системе и в системе счисления, используемой в задаче. Во всех случаях, где возможно, использовать побитовые операции.
3. Подобрать тестовые данные.

### **Варианты заданий**

1. Даны два символа  $ch1$  и  $ch2$ . Получить целое число, последовательность нечетных битов которого представляет собой код  $ch1$ , а последовательность четных – код  $ch2$ .
2. Дано целое неотрицательное число  $n$ . Получить два целых числа, одно из которых представляется последовательностью четных битов данного  $n$ , а другое – последовательностью нечетных битов.
3. Выполнить циклический сдвиг в двоичном представлении данного натурального числа на  $k$  битов влево.
4. Определить, является ли восьмеричное представление данного натурального числа палиндромом.
5. Преобразовать целое число, переставив цифры двоичного представления данного натурального числа в обратном порядке.
6. Вывести в десятичном виде поле длины  $k$  двоичного представления данного натурального числа слева от  $n$ -го разряда.
7. Удалить цифру 1 в записи данного восьмеричного числа.

8. Выполнить циклический сдвиг в двоичном представлении данного натурального числа на  $n$  разрядов вправо.
9. Преобразовать число, поменяв местами цифры каждой пары соседних цифр в двоичной записи данного натурального числа. Обмен начинается с младших разрядов. Непарная старшая цифра остается без изменения.
10. Преобразовать число, переставив в обратном порядке цифры в шестнадцатеричном представлении данного натурального числа.
11. Преобразовать число, поменяв местами цифры каждой пары соседних разрядов в восьмеричной записи данного натурального числа. Непарная старшая цифра остается без изменения. Определить, является ли двоичное представление данного натурального числа палиндромом.
12. Выполнить циклический сдвиг на  $k$  цифр влево в восьмеричном представлении данного натурального числа.
13. Определить, является ли шестнадцатеричное представление данного натурального числа палиндромом.
14. Определить минимальную цифру в восьмеричной записи данного неотрицательного длинного целого.
15. Дано целое неотрицательное число  $n < 2^{16}$ . Получить длинное целое число, нечетные биты которого равны нулю, а последовательность четных битов представляет собой данное число  $n$ .
16. Дано длинное целое неотрицательное число  $k$ . Получить целое число, отбросив нечетные биты данного числа  $k$ .
17. Дано длинное целое неотрицательное число. Получить число, инвертируя его нечетные биты.
18. Дано целое неотрицательное число  $< 2^{16}$ . Получить число перестановкой битов каждого байта данного числа в обратном порядке.
19. Определить максимальную длину последовательности подряд идущих битов, равных единице в двоичном представлении данного целого числа.
20. Определить максимальную цифру в восьмеричной записи данного неотрицательного длинного целого.
21. Просматривая биты данного длинного целого от старших к младшим, заменить каждое вхождение 101 на 000.
22. Удалить цифру  $A$  в записи данного шестнадцатеричного числа.
23. Дано длинное целое неотрицательное число. Получить число, инвертируя его четные биты.
24. Дано длинное целое неотрицательное число. Получить число, удалив в двоичной записи данного числа нули.
25. Дано длинное целое неотрицательное число. Заменить каждую цифру 7 в восьмеричной записи этого числа нулем.
26. Дано длинное целое неотрицательное число. Получить число, удалив каждую вторую цифру в двоичной записи данного числа, начиная со старших цифр.
27. Просматривая последовательность битов данного длинного целого от младших к старшим, удалить каждое вхождение подпоследовательности 101,

сдвигая все биты слева от удаляемых на 3 вправо. Освобождающиеся биты справа заполнить нулями.

28. Удалить в шестнадцатеричной записи данного целого числа четные цифры.
29. Просматривая биты данного длинного целого от младших к старшим, заменить каждое вхождение 110 на 000.
30. Если количество цифр в записи данного четверичного числа является нечетным, удалить среднюю цифру.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите побитовые операции, реализованные в языке Си.
2. Приоритеты побитовых операций в языке Си.
3. Какие типы операндов допустимы в побитовых операциях?
4. Вычислите значения следующих выражений:
  - 1)  $5 >> 2$  и  $-5 >> 2$ ;
  - 2)  $5 \& 3$  и  $5 \&\& 3$ ;
  - 3)  $-5 \mid 2$  и  $-5 \parallel 2$ ;
  - 4)  $-5^2$ ;
  - 5)  $\sim 5$  и  $!5$ .
5. Считаем, что длинное целое неотрицательное число  $m$  определяет множество  $A$  следующим образом: если  $k$ -й бит  $m$  равен 1, то  $k \in A$ . Напишите выражения для:
  - 1) проверки принадлежности элемента  $k$  множеству  $A$ ;
  - 2) включения элемента  $k$  в множество  $A$ ;
  - 3) исключения элемента  $k$  из множества  $A$ ;
  - 4) объединения двух множеств;
  - 5) пересечения двух множеств.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

### *Преобразование типов*

*Цель работы:* получение навыков преобразования последовательности символов в числовое значение и наоборот.

#### **Задания для подготовки к работе**

1. Изучить, в каких случаях и по каким правилам в языке Си преобразования типов выполняются автоматически.
2. Изучить возможности для явного преобразования типов в языке Си.
3. Разработать алгоритм и составить программу для решения задачи соответствующего варианта. Необходимые преобразования описать функциями. Библиотечные функции для ввода и вывода числовых значений и функции преобразования типов не использовать.
4. Подобрать наборы тестовых данных.

#### **Варианты заданий**

1. В строке записано арифметическое выражение, содержащее целые числа в восьмеричной, десятичной и шестнадцатеричной системах счисления, соединенные знаками операций:  $+$ ,  $-$ . Вычислить и дописать в строку значение этого выражения. Признаком восьмеричного числа служит префикс 0 (ноль), шестнадцатеричного – 0x или 0X.
2. Дана последовательность пар натуральных чисел  $(p_i, n_i)$ ,  $1 < p_i \leq 16$ ,  $i \leq 20$ . Вывести каждое число  $n_i$  в системе счисления с основанием  $p_i$ .
3. В строке записаны целые неотрицательные числа, разделенные пробелами. Извлечь из каждого числа квадратный корень и вывести эти значения в форме с фиксированной точкой, сохранив не более двух десятичных знаков (незначущие нули не выводить).
4. В строке записано вещественное число  $r$  в форме с плавающей точкой. Определить, является ли это число целым. Если да, то присвоить это значение целой переменной  $n$ .
5. В строке записано вещественное число  $r$ . Допisać в строку значение целой части  $r^2$ .
6. В строке записаны вещественные числа, которые разделены пробелами. Найти сумму этих чисел.
7. С клавиатуры вводятся целые числа и вещественные в форме с фиксированной точкой. Конец ввода – конец файла. Определить максимальное из целых и минимальное из вещественных чисел.
8. С клавиатуры вводятся целые числа. Признак конца ввода – ноль. Записать в строку эти числа как вещественные в нормализованном виде, разделив пробелами.

9. В строке записано число  $p$  – основание системы счисления, а затем целое неотрицательное число  $n$  в  $p$ -ичной системе счисления. Целочисленной переменной присвоить значение  $n^2$ .
10. В строке записано вещественное число. Записать в строку целую часть этого числа в четверичной системе счисления.
11. Целой переменной присвоить округленное до целых значение вещественного числа, записанного в строке.
12. Преобразовать вещественное число в строку, сохранив  $n$  значащих цифр ( $n \leq 6$ ).
13. В строке записано вещественное число в форме с плавающей точкой. Преобразовать эту запись к форме с фиксированной точкой с  $n$  знаками после точки.
14. Целую часть данного вещественного числа записать в строку в шестнадцатеричной системе счисления.
15. В строке записано выражение вида  $m/n$ , где  $m$  и  $n$  – натуральные числа. Дописать в строку значение этого выражения, округлив его до сотых.
16. Описать функцию для ввода целого числа с клавиатуры. Разрешается использовать только посимвольный ввод. Причем вводимое число может быть десятичным, если оно не начинается нулем, восьмеричным, если лидирующая цифра – ноль, шестнадцатеричным, если оно содержит префикс  $0x$  или  $0X$ . С помощью этой функции ввести три целых числа, затем вывести их сумму.
17. Описать функцию для ввода с клавиатуры вещественного числа в форме с фиксированной точкой. Разрешается использовать только посимвольный ввод. С помощью этой функции ввести  $n$  чисел, затем вывести наибольшее из них.
18. В строке записано вещественное число  $r$  в форме с плавающей точкой. Если это число не является целым, то найти такое минимальное целое  $k$ , чтобы  $n = r \cdot 10^k$  было целым. Число  $n$  вывести.
19. В строке записано вещественное число. Присвоить это значение вещественной переменной  $r$ , округлив его до тысячных.
20. С клавиатуры вводится последовательность вещественных чисел, числа разделены запятыми. Конец ввода – конец файла. Записать введенную последовательность в строку в форме с фиксированной точкой, сохранив три знака после точки.
21. С клавиатуры вводится последовательность целых чисел, разделенных запятыми. Конец ввода – конец файла. Записать каждое число в форме с плавающей точкой в нормализованном виде в строку, разделив числа пробелами.
22. В строке записано вещественное число с плавающей точкой. Дописать в строку произведение данного числа на 100.
23. Строку, представляющую собой запись натурального числа в шестнадцатеричной системе счисления, преобразовать в строку, представляющую собой запись того же числа в десятичной системе счисления.
24. Строку, представляющую собой запись вещественного числа в форме с фиксированной точкой, преобразовать в строку, представляющую собой запись того же числа в форме с плавающей точкой в нормализованном виде.

25. В строке записано вещественное число. Записать в строку целую часть данного числа в восьмеричной системе счисления.
26. Дано вещественное число  $r$  и целое  $n$ . Записать число  $r$  в строку в форме с плавающей точкой, сохранив в поле вывода ширины  $m$ .
27. В строке записано число в форме с плавающей точкой. Вывести это число в форме с фиксированной точкой с  $n$  знаками после точки.
28. Дано вещественное число  $r$ . Записать число  $r$  в строку в формате `%4.2f` по правилам форматного вывода Си.
29. Дано вещественное число  $r$ . Записать число  $r$  в строку в формате `%4.2e` по правилам форматного вывода Си.
30. Дано вещественное число  $r$ . Записать число  $r$  в строку в формате `%4.2g` по правилам форматного вывода Си.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие преобразования типов и по каким правилам выполняются автоматически при вычислении значений выражений в языке Си?
2. Какие преобразования типов выполняются функциями ввода и вывода?
3. Опишите последовательность типов в порядке повышения типа в языке Си.
4. Как выполняется явное преобразование типов в языке Си?
5. Пусть символьной переменной *ch* присвоено значение строчной латинской буквы. Запишите выражение, значением которого является:
  - 1) порядковый, номер этой буквы в алфавите;
  - 2) соответствующая прописная буква.
6. Что будет выведено в результате выполнения оператора:
  - 1) `printf("%c %i\n", '1'+1, '1'+1);`
  - 2) `printf("%c\n", 0x1a30);`?

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11**

#### ***Массивы и указатели***

*Цель работы:* Освоение работы с динамическими массивами в языке Си, осознание связи между массивами и указателями.

#### **Задания для подготовки к работе**

1. Изучить:
  - 1) как описываются и инициализируются указатели, массивы указателей, указатели на массивы;
  - 2) операции над указателями;
  - 3) модели памяти в Си;
  - 4) Функции для работы с динамической памятью.
2. Рассмотреть возможные способы размещения матриц в динамической памяти и различные способы доступа к их элементам.

3. Разработать алгоритм и составить программу для решения задачи соответствующего варианта для каждого из следующих случаев задания матрицы:
- 1) число строк и число столбцов - константы;
  - 2) число строк – константа, а число столбцов – исходное данные;
  - 3) число строк – исходное данные, число столбцов – константа;
  - 4) число строк и число столбцов – исходные данные.
4. Ввод, вывод и обработку матрицы описать отдельными функциями. Для случаев а) – д), где возможно, использовать одни и те же функции.

### Варианты заданий

1. Элемент матрицы назовем седловой точкой, если он является наименьшим в своей строке и наибольшим в столбце. Для данной целочисленной матрицы вывести индексы всех ее седловых точек.
2. Определить множество общих элементов строк данной матрицы.
3. Дана прямоугольная матрица. Назовем псевдодиagonalю множество элементов этой матрицы, лежащих на прямой, параллельной прямой, содержащей элементы  $a_{i,i}$ . Найти сумму максимальных элементов всех псевдодиagonalей данной матрицы.
4. Дан массив вещественных квадратных матриц. Вывести матрицы с наименьшей нормой. В качестве нормы матрицы взять максимум абсолютных величин ее элементов.
5. Дан массив квадратных матриц. Определить, найдется ли в этом массиве пара взаимно обратных матриц.
6. Дана матрица  $A$ . Найти произведение  $A \cdot A^T$ .
7. Найти минимальный элемент прямоугольной матрицы в заштрихованной области (рис.11.1), где  $max$  – максимальный элемент матрицы.

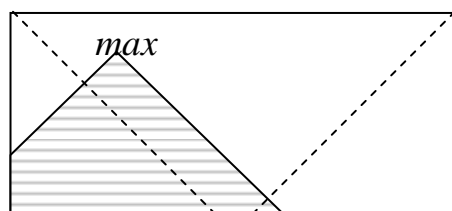


Рис. 11.1

8. Даны две матрицы одинаковых размеров. Определить, можно ли перестановкой строк одной из них получить другую.
9. Определить количество классов эквивалентных строк данной матрицы. Строки считать эквивалентными, если равны суммы их элементов.
10. Дана вещественная матрица. Упорядочить ее строки по убыванию их наибольших элементов.
11. Дана прямоугольная матрица. Упорядочить столбцы матрицы по невозрастанию минимальных элементов столбцов.

12. Определить, верно ли, что для данной матрицы выполнено следующее условие: скалярное произведение каждой пары различных строк равно нулю, а скалярное произведение каждой строки на себя равно единице.
13. Дана прямоугольная матрица размером  $m \times n$  ( $m < n$ ). Найти среднее геометрическое модулей элементов в заштрихованной области (рис. 11.2).

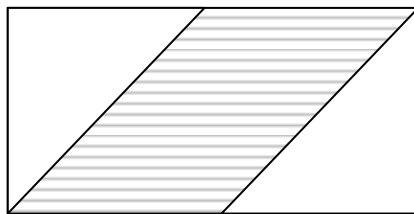


Рис. 11.2

14. Дана матрица. Упорядочить ее строки по неубыванию сумм элементов строк.
15. Дан массив целочисленных квадратных матриц. Вывести матрицы, имеющие наибольшее число нулевых строк.
16. Даны две матрицы одинаковых размеров. Определить, можно ли перестановкой элементов строк одной из них получить другую.
17. Дана матрица. Определить  $k$  – количество "особых" элементов данной матрицы, считая элемент "особым", если в строке слева от него находятся меньшие элементы, а справа – большие.
18. Дана матрица, все элементы которой различны. Поменять местами строки, в которых находятся максимальный и минимальный элементы.
19. Дана матрица. Определить  $k$  – количество "особых" элементов матрицы, считая элемент "особым", если он больше суммы остальных элементов своего столбца.
20. Определить, найдется ли пара строк данной матрицы таких, что одна из них может быть получена циклическим сдвигом элементов другой строки.
21. Даны две матрицы одинаковых размеров. Определить, можно ли выбрать из каждой из них по строке с равными множествами элементов.
22. Дана квадратная матрица. Назовем псевдодиагональю множество элементов этой матрицы, лежащих на прямой, параллельной прямой, содержащей элементы  $a_i, n-i+1$ , где  $n$  – порядок матрицы. Найти сумму максимальных элементов псевдодиагоналей данной матрицы.
23. Определить, найдутся ли среди строк данной матрицы строки, состоящие из одних и тех же элементов.
24. Дана матрица. Упорядочить ее строки по убыванию первых элементов строк, если это возможно.
25. Даны две прямоугольные матрицы  $A$  и  $B$ . Определить, верно ли что  $A = B^T$ .
26. Дана матрица. Если суммы элементов строк матрицы попарно различны, то транспонировать матрицу.
27. Определить количество классов эквивалентных столбцов данной прямоугольной матрицы. Столбцы считать эквивалентными, если равны множества их элементов.
28. Дана вещественная матрица. Найти скалярное произведение первой из строк, в которой находится наибольший элемент матрицы, на последнюю из строк, содержащую наименьший элемент.



29. Дан массив квадратных матриц. Определить число матриц, строки которых упорядочены по невозрастанию элементов.
30. Дана матрица, все элементы которой различны. Найти максимальный элемент матрицы в заштрихованной области (рис.11.3), где *min* – минимальный элемент матрицы.

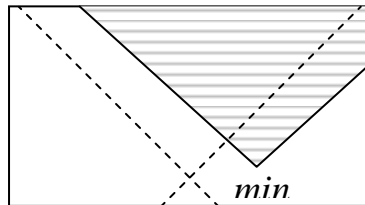


Рис. 11.3

### Контрольные вопросы

1. Как связаны массивы и указатели?
2. Имеется описание: ***int a[3][4]***. Что представляют собой выражения: *a*, *\*a*, *\*\*a*, *a[0]*, *\*a[0][0]*?  
Какие из этих выражений имеют одинаковые значения, а какие из них тождественны?
3. Напишите всевозможные выражения, тождественные *a[i][j]*.
4. Определите объем памяти, выделяемой переменным *fi* и *fp* согласно следующему описанию:  
***int \*fi [10]; float (\*fp)[10]***.
5. Есть описание функции  
***float sum\_el (int \*v, int n)***  
**{ *int i; float s;***  
***for (s = i = 0; i < n, i++)***  
***s += \*v++;***  
***return s;***  
**}**  
Можно ли, не изменяя тела функции, изменить заголовок на следующий:  
***float sum\_el (int v[ ], int n)***?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

### Свободные массивы строк

*Цель работы:* закрепление навыков работы с массивами указателей и строками.

#### Задания для подготовки к работе

1. Описать функцию *int get\_word (char \*s, int n)*, которая записывает слово длиной не более *n*, введенное с клавиатуры, в строку *s* и возвращает длину слова или ноль, если длина считываемого слова больше *n*. Словом считается последовательность символов, не содержащая пустых символов.
2. Разработать алгоритм и составить программу для решения задачи соответствующего варианта. Слова вводимого текста хранить в свободном массиве строк или в динамическом массиве структур, каждый элемент которого содержит член – указатель на слово, и члены с данными, необходимыми для решения задачи. Конец ввода – конец файла.
3. Подобрать тестовые данные.

#### Варианты заданий

1. Из данного текста удалить пары слов, таких, что одно из них может быть получено циклическим сдвигом символов другого.
2. Из данного текста удалить слова, множества символов которых равны.
3. Для каждого слова *w* данного текста вывести слова этого же текста, множества символов которых являются подмножествами множества символов слова *w*.
4. Для каждого из слов данного текста указать, сколько раз оно встречается во вводимом тексте.
5. Отредактировать заданный текст, удаляя из него слова, которые встречаются в тексте заданное число раз.
6. Из каждой группы слов одинаковой длины данного текста вывести лексикографически наименьшее.
7. Найти самое длинное общее слово двух заданных текстов.
8. Даны два текста. Вывести самое короткое слово первого текста, которого нет во втором.
9. Вывести множество общих слов двух данных текстов.
10. Вывести самые длинные слова данного текста, у которых разность между длиной слова и мощностью множества его символов наименьшая.
11. Даны два текста. Каждый текст состоит из попарно различных слов. Определить, можно ли получить второй текст из первого удалением некоторых его слов.
12. Отредактировать данный текст, удаляя из него слова-серии\*, а также предыдущие вхождения каждого слова.

---

\* – слова, состоящие из одинаковых символов.

13. Характеристикой слова назовем длину содержащейся в нем максимальной серии\*. Упорядочить множество слов данного текста в соответствии с ростом их характеристик.
14. Расстояние между двумя словами равной длины – это количество позиций, в которых различаются эти слова. В заданном тексте найти пары наиболее удаленных слов для каждой группы слов одинаковой длины.
15. Определить, есть ли в данном тексте слова, которые могут быть получены конкатенацией двух других слов этого же текста.
16. Определить, есть ли в данном тексте пара слов, пересечение множеств символов которых пусто.
17. Даны два текста. Определить, можно ли получить первый текст перестановкой слов второго текста.
18. Даны два текста. Определить, получен ли второй текст перестановкой в обратном порядке слов первого текста.
19. Даны два текста. Определить, совпадают ли множества слов этих текстов.
20. Среди слов данного текста найти слова, не являющиеся сериями\*, которые наибольшее число раз входят в текст.
21. Дан текст. Упорядочить слова этого текста по неубыванию их длин. Слова равной длины упорядочить лексикографически.
22. Вывести данный текст, оставив в нем только последнее вхождение каждого слова.
23. Даны два текста  $s_1$  и  $s_2$ . Пусть  $w$  – первое из слов текста  $s_1$ , которое есть и в тексте  $s_2$ . Найти слово, следующее за первым вхождением  $w$  в  $s_1$ .
24. Из данного текста удалить пары таких слов, что одно из них совпадает с другим, если читать его справа налево.
25. Вывести только те слова данного текста, которые встречаются в нем только один раз.
26. Расстояние между двумя словами равной длины – это количество позиций, в которых различаются эти слова. В заданном тексте найти пары наиболее удаленных слов.
27. Найти самые короткие слова данного текста, у которых разность между длиной слова и мощностью множества его символов наибольшая.
28. Вывести пары слов данного текста, первое из которых может быть получено перестановкой символов другого.
29. Вывести слова данного текста, каждое из которых является частью другого слова этого же текста.
30. Вводится текст, все слова начинаются с различных букв. Определить, можно ли переставить слова текста так, чтобы последняя буква предыдущего слова совпадала с первой буквой следующего слова. Если такое преобразование возможно, вывести преобразованный текст

---

\* Серия – последовательность одинаковых подряд идущих символов.

## Контрольные вопросы

1. Что представляет собой свободный массив строк?
2. С клавиатуры вводится текст. Как можно организовать считывание каждого слова в отдельную переменную?
3. Как обменять местами два соседних слова в свободном массиве слов?
4. Имеются описания:

```
char *names1 [ ] = {"Ann", "Kate", "Nick"},  
      names2 [ ] [10] = {"Mike", "Steve", "Peter"}.  
      *s, p[10];
```

- 1) Определите, какие из следующих операторов допустимы:

```
names1[1] = "Alex";  
names2[1] = "Ann";  
names1[2] = names2[0];  
names2[2] = names1[0];  
names1[2][0] = 'M';  
name2[0][0] = 'N'; ?*s,
```

- 2) Напишите фрагмент программы обмена двух первых строк в каждом из массивов *names1* и *names2*.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13

### Использование структур

*Цель работы:* получение навыков работы со структурами.

### Задания для подготовки к работе

1. Изучить:
  - назначение структурного типа и правила его описания;
  - правила описания и инициализации переменных-структур;
  - назначение и описание битовых полей;
  - обращение к членам структур с помощью прямого и косвенного селектора.
2. Разработать алгоритм и составить программу для решения задачи соответствующего варианта.
3. Подобрать наборы тестовых данных.

### Варианты заданий

1. На двух полях шахматной доски находятся слон и король. Определить, может ли слон сделать ход, чтобы объявить шах королю.
2. Известна дата и день недели некоторого события. Определить, на какой день недели приходится начало года.
3. Круг задается радиусом и координатами центра. Имеется  $n$  кругов ( $n \leq 20$ ). Определить, в каком из кругов находится наибольшее число кругов из данного множества кругов.

4. Решить квадратное уравнение с комплексными коэффициентами. Действия с комплексными числами оформить подпрограммами.
5. Дан массив записей. Каждая запись содержит сведения о студенте группы: фамилию и оценки по пяти предметам. Удалить записи о студентах, имеющих более одной неудовлетворительной оценки. Вывести фамилии этих студентов.
6. Найти сумму  $n$  дробей в виде несократимой дроби. Дробь представить записью из двух полей: числителя и знаменателя. Использовать функции для ввода, вывода, сокращения дроби и для нахождения суммы дробей.
7. Определить день недели для данной даты, если известен день недели какой-либо даты.
8. Найти частное от деления двух данных комплексных чисел. Действия над комплексными числами описать функциями.
9. Анкета школьника включает в себя Ф.И.О., номер школы, номер класса и оценки по пяти предметам. Вывести фамилии трех лучших учеников данного класса.
10. Найти центр масс данного массива материальных точек. Материальная точка задается массой и координатами.
11. Даны адреса  $n$  человек ( $n - \text{const}$ ). Вывести фамилии людей, живущих в разных городах по одинаковым адресам или сообщить, что таких людей нет.
12. Вектор задается координатами начальной и конечной точек. Определить максимальное число коллинеарных векторов из данного множества векторов.
13. Дан массив дробей, представленных записями. Определить наибольшую дробь. Использовать подпрограммы для ввода, вывода дроби и сравнения двух дробей.
14. В массиве записей хранится многочлен  $P_n(x)$  по убыванию степеней. Каждая запись содержит показатель степени и коэффициент члена. Получить значение многочлена при данном  $x$ . Члены с нулевыми коэффициентами в массив не включаются.
15. Дан массив записей. Каждая запись содержит фамилию и адрес человека (город, улица, дом, квартира). Вывести фамилии двух человек, в адресах которых разные только улицы, или сообщить о том, что таких людей нет.
16. Установить, предшествует ли в пределах одного года дата  $d_1$  дате  $d_2$  и, если предшествует, то на сколько дней.
17. Первого января года был понедельник. Определить по данной дате день недели и его порядковый номер в году.
18. Вычислить значение квадратного трехчлена  $az^2+bz+c$  с комплексными коэффициентами  $a, b, c$  в комплексной точке  $z$ . Действия с комплексными числами оформить подпрограммами.
19. Даны координаты  $n$  фигур на шахматной доске и координаты слона. Определить, сможет ли слон за один ход перейти на данное свободное поле  $p$ .

20. В массиве записей хранится следующая информация о спортсменах: фамилия, вид спорта, лучший результат этого спортсмена. Видом спорта могут быть: прыжки в длину, прыжки в высоту, тяжелая атлетика. Определить лучшего спортсмена в заданном виде спорта. Использовать подпрограммы для ввода массива и для определения лучшего спортсмена.
21. На двух заданных полях шахматной доски находятся конь и пешка. Определить, угрожает ли конь пешке.
22. Круг задается радиусом и координатами центра. Определить, найдется ли среди данных десяти кругов круг, лежащий внутри другого круга.
23. Даны координаты  $n$  фигур на шахматной доске и координаты ладьи. Определить, сможет ли ладья за один ход перейти на данное свободное поле  $p$ .
24. Определить время, прошедшее от  $t_1$  до  $t_2$ . Время представлено записью из трех полей: часы, минуты, секунды ( $t_1 < t_2$ ).
25. Дан массив несократимых дробей. Дробь – запись из двух полей: числителя и знаменателя. Найти произведение данных дробей в виде несократимой дроби, используя подпрограммы для ввода, вывода, сокращения дроби и нахождения произведения двух дробей.
26. Определить, является ли данное  $z$  корнем квадратного уравнения с комплексными коэффициентами. Действия с комплексными числами описать подпрограммами.
27. а. В массиве длины  $n$  хранятся записи со следующей информацией об абитуриентах: Ф.И.О. и результаты вступительных экзаменов (количество баллов от 0 до 10 по математике и физике и зачет или незачет по русскому языку). Вывести Ф.И.О. абитуриентов, зачисленных в институт, при плане набора, равном  $k$ . Замечание: зачисляются абитуриенты в порядке невозрастания суммы баллов по математике и физике, при условии, что количество баллов и по математике и по физике больше четырех и есть зачет по русскому языку.
28. Дана точка  $P(p_x, p_y, p_z)$  и некоторое множество точек  $A_i$  ( $i=1, n$ ) ( $n \leq 100$ ). Упорядочить точки данного множества по неубыванию расстояний до точки  $P$ . Точки, расстояния от которых до точки  $P$  равны с точностью  $10^{-10}$ , упорядочить по неубыванию углов, образованных радиусом-вектором точки с положительной полуосью  $Ox$ .
29. Дан массив записей. Каждая запись содержит сведения о студенте группы: фамилию и оценки по пяти предметам. Упорядочить массив по невозрастанию сумм оценок.
30. Определить дату предыдущего дня по известной дате текущего дня.

### Контрольные вопросы

1. Как описываются переменные-структуры?
2. С какой целью используют структуры?
3. Что представляет собой значение комбинированного типа (структуры)?
4. Какие операции определены над структурами?

5. Как обратиться к члену структуры с помощью прямого селектора?
6. Как обратиться к члену структуры с помощью косвенного селектора?
7. Как описать идентификаторы *compl* и *ptr\_compl*, чтобы переменные *z* (комплексное число) и *pz* (указатель на комплексное число) определялись следующим образом:

*compl z;*

*ptr\_compl pz;?*

8. Используя переменные *z* и *pz*, описанные в п.7, напишите выражение для вычисления суммы вещественных частей числа *z* и числа, на которое указывает *pz*.
9. Определите объем памяти, занимаемый структурой *st*:

*struct*

*{double (\*g)[10]);*

*int i1:5;*

*int i2:5;*

*int i3:5;*

*int i4:5;*

*}st;.*

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14

### Обработка файлов

*Цель работы:* получение навыков работы с потоками.

### Задания для подготовки к работе

1. Изучить организацию работы с текстовыми и бинарными потоками.
2. Разработать алгоритм и составить программы для решения каждой из двух задач соответствующего варианта. В бинарных файлах информация хранится в машинном представлении.
3. Для бинарных файлов составить программу для создания файла.
4. Подобрать тестовые данные.

### Варианты заданий

1. *а.* В текстовом файле хранятся целочисленные квадратные матрицы следующим образом: сначала целое число *n* – порядок матрицы, а затем ее элементы по строкам. Преобразовать файл так, чтобы элементы матрицы хранились по столбцам.
- б.* В бинарном файле структур хранятся многочлены в порядке убывания степеней. Каждая структура содержит два поля: показатель степени члена и коэффициент. Члены с нулевыми коэффициентами не хранятся. Свободный член присутствует обязательно, даже если он равен нулю. Удалить из файла многочлены, для которых данное *x* является корнем.

2. а. В текстовом файле записаны вещественные числа в форме с фиксированной точкой. Преобразовать файл, представив каждое число в форме с плавающей точкой, сохранив две цифры после точки в мантиссе.  
б. В бинарном файле структур с результатами вступительных экзаменов хранится следующая информация: Ф.И.О. абитуриента, результаты экзаменов по физике и математике (от 0 до 10) и по русскому языку (зачет/незачет). Удалить из файла записи об абитуриентах, имеющих неудовлетворительные оценки (меньше 4 баллов или незачет), и об абитуриентах, у которых сумма баллов по физике и математике меньше данного  $p$ .
3. а. В текстовом файле хранятся квадратные вещественные матрицы одного порядка. Каждая строка матрицы записана в отдельной строке файла. Преобразовать файл, удалив из каждой матрицы первую строку и первый столбец.  
б. Дан бинарный файл целых чисел. Нулевых компонент в файле нет. Число отрицательных компонент равно числу положительных. Преобразовать файл таким образом, чтобы сначала были положительные числа, а затем отрицательные. Порядок следования как положительных, так и отрицательных чисел сохранить.
4. а. Дан текстовый файл, представляющий собой запись арифметического выражения, операндами которого являются однозначные числа. Число операций в выражении не больше двух. Вычислить значение этого выражения и дописать его в конец этого файла.  
б. В бинарном файле целых чисел хранятся последовательности натуральных чисел. Ноль – разделитель последовательностей. Преобразовать файл, удалив из каждой последовательности члены, предшествующие первому минимальному значению.
5. а. В текстовом файле хранится последовательность целых чисел. Получить бинарный файл из неповторяющихся чисел текстового файла.  
б. Дан бинарный файл, число компонент которого кратно четырем. Файл состоит из целых чисел не равных нулю, число положительных компонент файла равно числу отрицательных. Преобразовать файл так, чтобы два положительных числа чередовались с двумя отрицательными.
6. а. Дан текстовый файл. Сохранить в файле только те слова, которые содержат данную последовательность символов.  
б. Дан бинарный файл, компонентами которого являются последовательности целых чисел длины  $n$ . Каждую последовательность в файле заменить максимальным членом.
7. а. Матрица, в которой число строк ( $n$ ) вдвое меньше числа столбцов, хранится в текстовом файле. Каждая строка матрицы записана в отдельной строке файла. Сохранить в этом файле матрицу порядка  $n \times n$ , удалив последние  $n$  столбцов.  
б. Дан бинарный файл, компоненты которого являются целыми числами, не равными нулю. Преобразовать файл таким образом, чтобы соседние компоненты имели разные знаки. Если количества положительных и отрицательных чисел разные, то оставшиеся числа одного знака удалить из файла.



8. *а.* Дан текстовый файл целых чисел. Получить типизованный файл, содержащий последние числа каждой строки.
- б.* В бинарном файле целых чисел хранятся последовательности ненулевых чисел. Ноль – разделитель последовательностей. Преобразовать файл, удалив в каждой последовательности члены между первым и вторым отрицательным числом. Если отрицательных чисел меньше двух, последовательность исключить из файла.
9. *а.* Даны текстовые файлы  $f$  и  $g$ . Дописать в файл  $f$  строки из файла  $g$ , которых нет в файле  $f$ . Файл  $g$  уничтожить.
- б.* В бинарном файле целых чисел хранятся последовательности натуральных чисел. Ноль – разделитель последовательностей. Преобразовать файл, сохранив в каждой последовательности члены, следующие за последним максимальным значением.
10. *а.* В текстовом файле хранятся квадратные вещественные матрицы одного порядка. Каждая строка матрицы записана в отдельной строке файла. Преобразовать файл, удалив из каждой матрицы последнюю строку и последний столбец.
- б.* Дан бинарный файл целых чисел. Преобразовать этот файл так, чтобы сначала были числа, кратные трем, затем такие, которые при делении на три дают в остатке единицу, а все остальные удалить из файла.
11. *а.* Дан текстовый файл и строка  $s$ . Если самая длинная строка файла не совпадает со строкой  $s$ , то строку  $s$  дописать в файл.
- б.* Дан бинарный файл квадратных матриц порядка  $n$ . Преобразовать его, заменив каждую матрицу, не являющуюся симметричной, транспонированной.
12. *а.* В текстовом файле хранятся координаты векторов  $(x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2, \dots)$ . Преобразовать файл, удалив из него векторы, ортогональные данному вектору  $\vec{a}$ .
- б.* В бинарном файле целых чисел хранятся последовательности натуральных чисел. Ноль – разделитель последовательностей. Преобразовать файл, удалив из каждой последовательности члены, равные минимальному значению этой последовательности.
13. *а.* Дан текстовый файл. Преобразовать его, оставив в каждой строке только самое длинное слово.
- б.* В бинарном файле хранятся последовательности целых чисел, отличных от нуля. Ноль – разделитель последовательностей. Преобразовать файл, сохранив в каждой последовательности числа между первым и вторым отрицательным числом. Если отрицательных чисел меньше двух, последовательность исключить из файла.
14. *а.* Из данного текстового файла удалить слова, длина которых превышает данное число  $n$ .
- б.* Дан бинарный файл вещественных чисел. Заменить числа в файле со второго по предпоследнее средним арифметическим данного, предыдущего и последующего.

15. *a.* В текстовом файле хранятся квадратные вещественные матрицы одного порядка. Каждая строка матрицы записана в отдельной строке файла. Преобразовать файл, удалив из каждой матрицы элементы главной диагонали.
- б.* Записная книжка, в которой хранятся фамилии, телефоны и адреса знакомых, представляет собой файл, в котором записи о знакомых упорядочены по фамилиям лексикографически. Вставить в файл новую запись, если такой нет, не нарушив при этом упорядоченности.
16. *a.* В текстовом файле хранятся квадратные вещественные матрицы порядка  $n$  ( $n - \text{const}$ ). Преобразовать файл, удалив из каждой матрицы элементы побочной диагонали.
- б.* Дан бинарный файл целых чисел. Преобразовать его, удалив нечетные числа. Порядок следования четных чисел сохранить.
17. *a.* В текстовом файле несколько последовательных одинаковых символов заменить одним.
- б.* Дан бинарный файл, компоненты которого являются целыми числами. Преобразовать его, исключив повторные вхождения одного и того же числа.
18. *a.* Дан текстовый файл. Вывести все согласные, которых нет ни в одном слове.
- б.* Дан бинарный файл, компонентами которого являются  $n$ -мерные векторы ( $n - \text{const}$ ). Векторы с наибольшим модулем перенести в конец файла.
19. *a.* Даны два текстовых файла. Вывести начальные буквы строк, которые есть в каждом из данных файлов.
- б.* Даны бинарные целочисленные файлы  $f$  и  $g$  одинаковой длины. Оставить в  $f$  только те компоненты  $f_i$ , которые больше компонентов  $g_i$  файла  $g$ .
20. *a.* Дан текстовый файл  $f$ . Записать в файл  $g$  символы файла  $f$  в обратном порядке, оставив только первые вхождения каждого символа.
- б.* Дан бинарный файл из ненулевых целых чисел и целое  $n$ . Числа в файле идут в следующем порядке:  $2n$  положительных,  $2n$  отрицательных и так далее. Преобразовать файл так, чтобы числа в файле шли в следующем порядке:  $n$  положительных,  $n$  отрицательных и так далее.
21. *a.* Дан текстовый файл. Удалить из него однобуквенные слова и лишние пробелы.
- б.* В бинарном файле структур хранится информация о спортсменах: Ф.И.О., наилучший результат. Требуется сформировать команду из  $n$  лучших спортсменов. Преобразовать файл, сохранив в нем информацию только о членах команды.
22. *a.* Преобразовать текстовый файл, удалив последнее слово в каждой строке.
- б.* В бинарном файле целых чисел хранятся последовательности, не содержащие нулей. Ноль служит разделителем последовательностей. Преобразовать файл, удалив из каждой последовательности числа, встречающиеся более одного раза.
23. *a.* В текстовом файле хранится информация о каждом студенте группы: фамилия и оценки по трем предметам. Переписать эти данные в типизованный файл записей, исключая сведения о неуспевающих студентах.
- б.* Удалить из данного бинарного файла целых чисел четные числа, а порядок следования нечетных изменить на обратный.

24. *a.* В текстовом файле записаны вещественные числа с плавающей точкой. Преобразовать файл, заменив каждое число округленным до десятых значением, записанным в форме с фиксированной точкой.
- б.* В бинарном файле целых чисел хранятся последовательности натуральных чисел. Ноль – разделитель последовательностей. Преобразовать файл, сохранив в каждой последовательности члены, предшествующие первому минимальному значению.
25. *a.* Дан текстовый файл. Найти самое длинное слово среди слов, начинающихся буквой "а". Если таких слов нет, сообщить об этом. Слова, начинающиеся буквой "а", записать в другой файл.
- б.* Дан бинарный файл структур, состоящих из названия города и численности его населения. Файл упорядочен по неубыванию численности. Преобразовать его так, чтобы города в файле были упорядочены по невозрастанию численности.
26. *a.* Вывести все буквы данного текстового файла, входящие в файл не менее двух раз.
- б.* Даны бинарные целочисленные файлы  $f$  и  $g$ . Удалить из файла  $f$  числа, которые есть в  $g$ .
27. *a.* Дан текстовый файл. Первое слово каждой строки файла дописать в файл.
- б.* В бинарном файле целых чисел хранятся последовательности натуральных чисел. Ноль – разделитель последовательностей. Преобразовать файл, удалив из каждой последовательности члены, следующие за последним максимальным значением.
28. *a.* Преобразовать данный текстовый файл целых чисел так, чтобы числа разделялись двумя пробелами и в каждой строке (за исключением, возможно, последней) было по десять чисел.
- б.* Даны бинарные целочисленные файлы  $f$  и  $g$ . Удалить из файла  $f$  числа, которые входят в файл  $g$  более двух раз.
29. *a.* Дан текстовый файл. Преобразовать его, удалив из каждой строки слова, встречающиеся более двух раз.
- б.* В бинарном файле структур хранятся многочлены в порядке убывания степеней. Каждая структура содержит два поля: показатель степени члена и коэффициент. Члены с нулевыми коэффициентами не хранятся. Свободный член присутствует обязательно, даже если он равен нулю. Получить бинарный файл со значениями многочленов данного файла для заданного  $x$ .
30. *a.* Даны текстовые файлы  $f$  и  $g$ . Записать в файл  $h$  все совпадающие строки файлов  $f$  и  $g$ .
- б.* В бинарном файле  $f$  структур хранится следующая информация о товарах, имеющихся на складе: наименование товара, цена единицы товара, общая стоимость и количество. В бинарном файле структур  $g$  хранится информация о заказах: наименование товара и его количество. Обновить файл  $f$  с учетом отпущенных товаров в соответствии с заказами из файла  $g$ . Если товар отпущен полностью, запись о нем из файла  $f$  удаляется.

## Контрольные вопросы

1. Что представляет собой предопределенный тип *FILE*?
2. Назначение функций *fopen* и *fclose*.
3. Чем различаются текстовые и бинарные потоки?
4. Назовите основные функции ввода и вывода библиотеки *<stdio.h>*.
5. Какие функции позволяют организовывать прямой доступ к потокам?
6. Как определить права доступа к файлу?
7. Как организовать выдачу сообщений в случае ошибок при работе с файлами.
8. Как изменить размер файла?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15

### *Использование указателей на функции и создание программы из нескольких файлов*

*Цель работы:* получение навыков передачи функций функциям в качестве параметров, отдельной компиляции файлов программы и создания

### Задания для подготовки к работе

1. Изучить правила описания и использования указателей на функции в языке Си.
2. Разработать алгоритм и описать функцию для универсальной сортировки произвольного массива с произвольным базовым типом. Функции передается массив как нетипизованный параметр, его длина, размер элемента и логическая функция сравнения двух элементов массива.
3. С использованием этой функции решить следующую задачу.  
Имеется информация о студентах группы: Ф.И.О., результаты последней экзаменационной сессии. Требуется получить список студентов с указанием среднего балла по итогам сессии, упорядоченный по указанию пользователя либо лексикографически, либо по невозрастанию среднего балла.
4. Функцию универсальной сортировки и необходимые для нее программные объекты описать в отдельном модуле.
5. Подобрать наборы тестовых данных.

## Контрольные вопросы

1. Как описываются указатели на функции?
2. С какой целью используются указатели на функции?
3. Что может быть присвоено указателю на функцию?
4. В каких случаях используются нетипизованные параметры в функциях?
5. Как обрабатываются нетипизованные параметры в функциях?
6. Как создать программу из нескольких файлов?
7. Что включается в заголовочный файл?

## Приложение

### 1. Пример оформления лабораторной работы из числа работ № 1 – № 5

#### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

##### *Программирование алгоритмов разветвляющейся структуры*

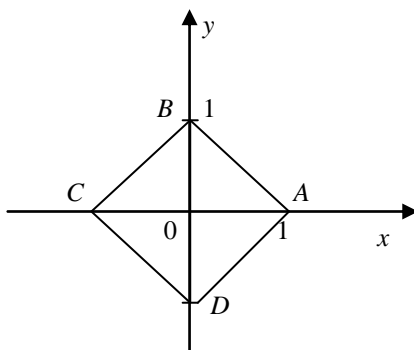
*Цель работы:* получение навыков разработки алгоритмов разветвляющейся структуры, кодирования полученных алгоритмов, отладки и тестирования программ с разветвлениями.

#### Задания для подготовки к работе

1. Изучить логические операции, правила вычисления значений логических выражений в языке Си.
2. Изучить возможности языка Си для организации бинарного и множественного ветвлений.
3. Разработать алгоритм и составить программу для решения задачи соответствующего варианта.
4. Подобрать наборы тестовых данных.

#### Задание варианта № 31

Определить, принадлежит ли точка  $P(x,y)$  четырехугольнику  $ABCD$  (область  $W$ ).



#### Решение задачи

Запишем уравнения прямых, отрезки которых являются сторонами четырехугольника  $ABCD$ .

$$AB: y = -x + 1,$$

$$BC: y = x + 1,$$

$$CD: y = -x - 1,$$

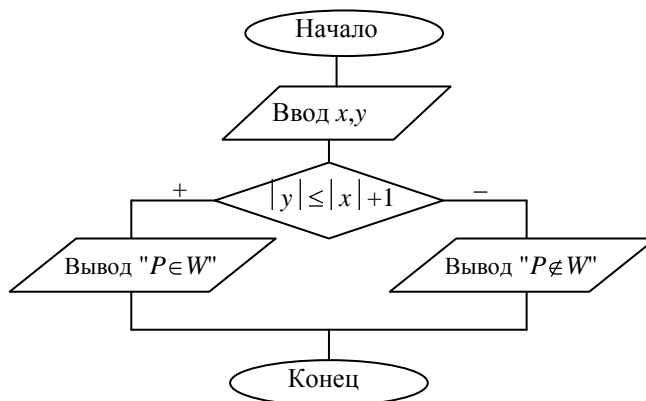
$$DA: y = x - 1.$$

Четырехугольник  $ABCD$  описывается следующей системой неравенств:

$$\begin{cases} y \leq -x+1, \\ y \leq x+1, \\ y \geq -x-1, \\ y \geq x-1. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \leq 1-y, \\ x \geq -(1-y), \\ x \geq -(1+y), \\ x \leq 1+y. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -(1-y) \leq x \leq 1-y, \\ -(1+y) \leq x \leq 1+y. \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} |x| \leq 1-y, \\ |x| \leq 1+y. \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} y \leq 1-|x|, \\ y \geq -(1-|x|). \end{cases} \Leftrightarrow |y| \leq 1-|x|.$$

### Описание алгоритма



### Тестовые данные

№	Исходные данные		Результаты
	x	y	Сообщение на экране
1	1	0	Точка (1, 0) принадлежит области W
2	1	1	Точка (1, 1) не принадлежит области W

### Текст программы

```

#include <stdio.h>
#include <math.h>
int main()
{
    float x, y;
    printf("Введите координаты точки\n");
    scanf("%f %f",&x, &y);
    printf("Точка (%1.2f, %1.2f) ",x, y);
    if (fabs(y)>1-fabs(x))
        printf("не ");
    printf("принадлежит области W");
    return 0
}
  
```

### Анализ допущенных ошибок

После return 0 пропущена ";" . Это синтаксическая ошибка.

## 2. Пример оформления лабораторной работы из числа работ №6 – №15

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

### *Использование функций при работе с двумерными массивами*

*Цель работы:* получение навыков работы с функциями и двумерными массивами.

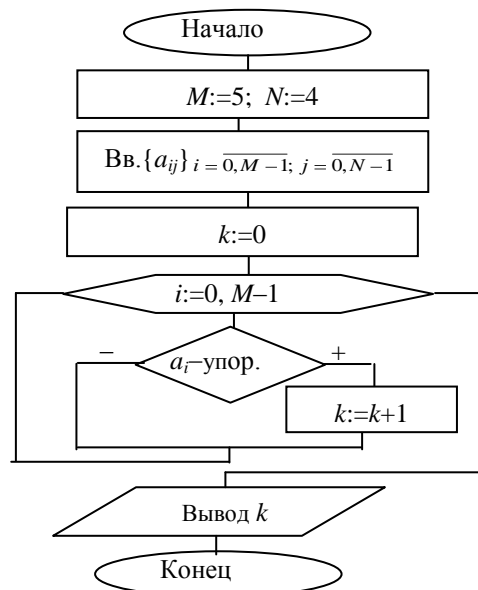
#### Задания для подготовки к работе

1. Изучить способы описания и инициализации многомерных массивов
2. Изучить базовые алгоритмы обработки матриц, хранящихся в двумерных массивах.
3. Изучить правила описания функций и обращения к ним.
4. Разбить задачу соответствующего варианта на подзадачи таким образом, чтобы решение каждой подзадачи описывалось функцией, а основная программа состояла бы из последовательности вызовов функций. Размеры матриц задать константами.
5. Для каждой подзадачи описать спецификацию и блок-схему алгоритма. Спецификация содержит заголовок функции и ее назначение, из которого должен быть понятен смысл каждого параметра.
6. Подобрать наборы тестовых данных.

#### Задание варианта № 31

Дана целочисленная матрица. Определить количество строк данной матрицы, упорядоченных по неубыванию элементов.

#### Блок-схема алгоритма с укрупненными блоками



## Описание структур данных

Число строк  $M$  и число столбцов  $N$  матрицы – константы.  
Для хранения матрицы используем двумерный массив  $a$ :  
`float a[M][N]`

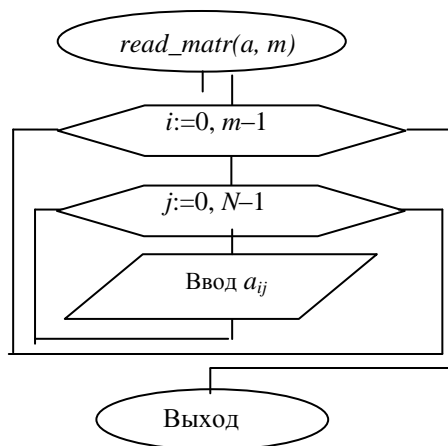
## Описание подпрограмм

### 1. Спецификация функции *read\_matr*.

1) *Заголовок*: `void read_matr (float a[][N], size_t m)`

2) *Назначение*. Ввод целочисленной матрицы  $a$  размером  $m \times N$ .

#### Блок-схема функции

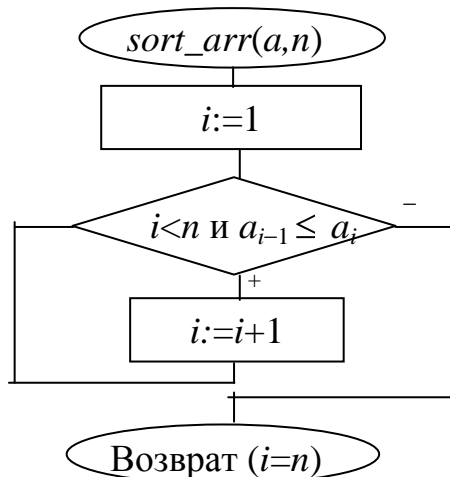


### 2. Спецификация функции *sort\_arr*.

1) *Заголовок*: `int sort_arr (float *a, n)`

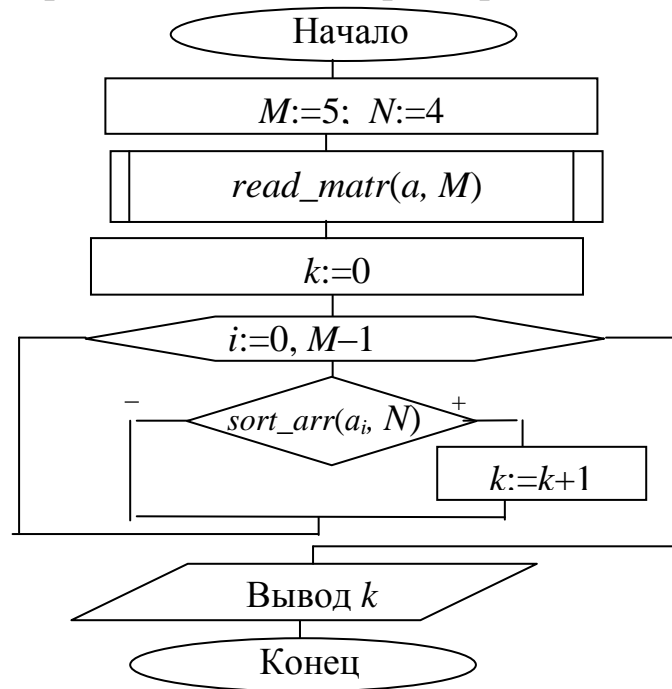
2) *Назначение*. Возвращает 1, если массив  $a$  размера  $n$  упорядочен по неубыванию, и 0 – в противном случае.

#### Блок-схема функции





## Блок-схема алгоритма решения задачи с предопределенными блоками



Тестовые данные		
№	Исходные данные	Результат
	$a$ – матрица размера $5 \times 4$	Число упорядоченных строк $k$
1	$\begin{pmatrix} -1 & 0 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & -1 & 0 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & -1 \\ 4 & 1 & 5 & -1 \end{pmatrix}$	2
2	$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 5 & 1 \\ 7 & 8 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 2 & 4 \\ 0 & 7 & 1 & 1 \end{pmatrix}$	0

## Текст программы

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define M 5
#define N 4
void read_matr(float a[][N], size_t m)
{
    size_t i, j;
    for (i=0; i<m; i++)
        for (j=0; j<N; j++)
            scanf("%f", &a[i, j]);
}
int sort_arr(float a[], size_t n)

```

```

{
    size_t i=1;
    while (i<n && a[i-1]<=a[i])
        i++;
    return i=n;
}
int main()
{
    float a[M][N];
    size_t i, k=0;
    printf("Введите матрицу %ix%i\n", M, N);
    read_matr(a,M);
    for (i=0; i<M; i++)
        k+=sort_arr (a[i], N);
    if (k>0)
        printf("k=%i\n",k);
    else
        printf("Упорядоченных строк нет\n");
    return 0;
}

```

### ***Библиографический список***

1. Керниган Б. Язык программирования Си: Пер. с англ./ Б. Керниган, Д. Ритчи.–3-е изд., испр.- М.: Вильямс, 2013.– 351 с
2. Каширин И. Ю., Новичков В. С.. От С к С++ : учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия, 2012, – 334с.
3. Плаксин М.А. Тестирование и отладка программ для профессионалов будущих и настоящих – М.: БИНОМ. Лаборатория базовых знаний, 2013. – 167 с
4. Александров Э. Э. Программирование на языке С в Microsoft Visual Studio 2010 : учеб. пособие / Э. Э. Александров, В. В. Афонин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2010. – 428 с.

Учебное издание

**Программирование на языке Си**

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине  
«Языки программирования» для студентов специальности 090903 –  
Информационная безопасность автоматизированных систем

Составитель **Брусенцева** Валентина Станиславовна

Подписано в печать 12.03.14    Формат 60x84/16.    Усл. печ.л. 3.4.    Уч.-изд.л.3.69.  
Тираж 24 экз.    Заказ    Цена  
Отпечатано в Белгородском государственном технологическом университете  
им. В. Г. Шухова  
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46