

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Д.В. Дубинин

ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие по лабораторным и практическим занятиям
для студентов технических направлений подготовки и специальностей

Томск 2025

УДК 004

ББК 16.2я73

Д 79

Дубинин, Д. В. Информатика и информационные технологии: учебно-методическое пособие по лабораторным и практическим занятиям для студентов технических направлений подготовки и специальностей / Д. В. Дубинин. — Томск: ТУСУР, 2025. — 100 с.

Настоящее учебно-методическое пособие по проведению лабораторных и практических работ составлено с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО).

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям «Радиотехника» и «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по дисциплинам «Информатика» или «Информатика и информационные технологии», но может использоваться при обучении учащихся других технических направлений подготовки и специальностей.

Одобрено на заседании кафедры РСС протокол № 8 от 03.07.2025 г.

© Дубинин Д.В., 2025.

© Томск. гос. ун-т систем упр. и
радиоэлектроники, 2025.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1 Информация. Количество информации.....	6
2 Системы счисления.....	9
3 Представление информации в ЭВМ.....	13
4 Аппаратное и программное обеспечение ЭВМ	19
5 Текстовый редактор	23
6 Табличный процессор.....	30
7 Поиск информации в Интернете	33
8 Создание презентаций	35
9 Программирование линейных алгоритмов.....	36
10 Программирование алгоритмов ветвления	40
11 Программирование циклических алгоритмов.....	45
12 Одномерные массивы	50
13 Двумерные массивы.....	54
14 Файловый ввод/вывод	60
15 Построение графических изображений	62
16 Рекурсия	65
17 Внутренняя сортировка данных	68
18 Численное решение уравнений.....	72
19 Численное интегрирование	76
20 Интерполяция и приближение полиномами	81
21 Математический пакет MathCAD	85
22 Олимпиадные задания	90
Список рекомендуемой литературы.....	95
Приложение А (справочное) Пример оформления титульного листа.....	97
Приложение Б (справочное) Основные элементы схемы алгоритма	98
Приложение В (справочное) Расширенная таблица кодировки CP 866.....	100

ВВЕДЕНИЕ

Данное пособие предназначено для проведения лабораторных и практических работ по дисциплинам «Информатика», «Информационные технологии» для студентов специальностей «Радиотехника» и «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», но может использоваться при обучении учащихся других технических направлений подготовки и специальностей. Темы работ соответствуют основным разделам государственного образовательного стандарта данных специальностей.

Целью лабораторных и практических работ является:

- закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение навыков практической работы на ЭВМ;
- освоение специфики организации вычислений на ЭВМ;
- приобретение первоначальных навыков разработки и составления схем алгоритмов решения задачи;
- освоение алгоритмических языков программирования высокого уровня;
- освоение способов отладки программ на ЭВМ;
- приобретение начальных навыков осмысления результатов вычислений на ЭВМ;
- приобретение навыков поиска информации в сети Internet;
- получение первоначальных представлений о требованиях и правилах оформления учебных студенческих и выпускных квалификационных работ;
- получение начальных сведений о правилах оформления документации и подготовка презентаций.

Первая часть работ (темы с 1 по 3) предназначена для изучения основных понятий информатики: информация, количество информации, основные системы счисления, переводы чисел из одной системы счисления в другую, способах кодирования числовой и текстовой информации.

Вторая часть работ (темы с 4 по 8) предназначена для изучения информационных технологий и программных средств, используемых для поиска и обработки различных типов данных. Программы, с помощью которых необходимо выполнять задания, могут работать как под управлением операционной системы семейства Windows (например, входить в состав как пакета Microsoft Office), так и под управлением операционной системы семейства Linux (например, входить в состав пакета Open Office или LibreOffice).

Третья часть работ (темы с 9 по 16) посвящена технологии разработки программ. Трудность работ меняется: от реализации простейших линейных алгоритмов до составления программ, использующих рекурсию. Реализация задания не связана с использованием какого-то конкретного языка программирования, но желательно использовать языки программирования Си или Pascal.

Четвертая часть работ (темы с 17 по 20) связана с численными методами решения инженерных и научных задач.

В 21 главе дано задание, для выполнения в среде автоматизированной системе проведения математических расчетов MathCAD, в которой можно выполнять не только численные, но и символьные расчеты.

В последней главе приводятся задачи, которые предлагались в разные годы на олимпиадах по программированию студентам, обучающимся по направлению «Электронная техника, радиотехника и связь», для которых дисциплины «Информатика» или «Информационные технологии» не являются профильными предметами.

Список рекомендуемой литературы можно условно разделить на пять частей. К первой части относятся источники, в которых дается описание стандартов оформления текстовой и программной документации. Ко второй части относятся источники, в которых изложены основные понятия информатики, системы счисления, способы кодирования и особенности хранения в памяти ЭВМ числовой и текстовой информации, дается описание устройства персонального компьютера, состав основных узлов и их технических характеристик. В третью группу входят источники, в которых дается описание языков программирования высокого уровня, а также среды программирования. К последней группе относятся источники, посвященные численным методам решения задач, которые часто встречаются в инженерных расчетах.

По всем лабораторным или практическим работам необходимо оформить отчет. Отчет должен содержать:

- титульный лист с указанием темы работы;
- цель работы;
- задание на лабораторную или практическую работу;
- основную часть;
- выводы по работе
- список использованной литературы
- приложения (при необходимости).

При написании программ в отчет также включаются:

- схема алгоритма программы;
- текст программы, включающий поясняющие комментарии;
- описание программы (констант, типов, переменных, функций);
- список входных тестовых значений и выходных результатов, подтверждающих правильность работы программы;
- руководство пользователя по работе с программой.

Отчет оформляется в соответствии с правилами оформления студенческих работ университета [1 – 20]. Пример титульного листа отчета приведен в Приложении А, обозначения основных элементов схемы алгоритма приведены в Приложении Б. Электронная версия отчета выполняется в текстовом редакторе и сохраняется в формате pdf. Защита отчета проводится в форме собеседования.

1 ИНФОРМАЦИЯ. КОЛИЧЕСТВО ИНФОРМАЦИИ.

1.1 Основные понятия

Существуют различные подходы в понимании, что такое информация. В информатике наибольшее распространение получил количественно-информационный подход, автором которого является Клод Шеннон (1916–2001). Согласно этому подходу **Информация – уменьшаемая, снимаемая неопределенность в результате получения сообщения.**

Предположим, что получатель информации имеет некоторые начальные (априорные) сведения о некоторой системе S . Мерой неопределенности (энтропией) системы S является функция $H(S)$. После получения сообщения M получатель приобретает дополнительную информацию $I_M(S)$, которая уменьшает начальную неопределенность $H(S)$. Новую неопределенность системы $H_M(S)$ называют апостериорной. Таким образом, количество информации выражается соотношением

$$I_M(S) = H(S) - H_M(S).$$

Предположим, что отправитель при передаче сообщения использует алфавит из N символов. Обозначим вероятность появления первого символа как p_1 , второго – p_2 и т.д. Количество информации, получаемой при передаче i -го символа (частная энтропия), равно

$$I = -\log_b p_i,$$

где b – разрядность системы счисления, используемой при передаче сообщения.

Среднее количество принятой информации I_{CP} (или энтропия системы) определяется соотношением

$$I_{CP}(S) = -K \cdot \sum_{i=1}^N p_i \cdot \log_b p_i, \quad \sum_{i=1}^N p_i = 1,$$

где K – константа, которая нужна для выбора единиц измерения (бит, трит, нат, дит и т.д.).

Если при передаче символов сообщения используются закодированные двоичные числа ($b=2$), то среднее количество принятой информации I_{CP} равно

$$I_{CP} = -p_1 \cdot \log_2 p_1 - p_2 \cdot \log_2 p_2 - \dots - p_N \cdot \log_2 p_N = -\sum_{i=1}^N p_i \cdot \log_2 p_i.$$

Если же вероятности появления любого символа одинаковы $p_1 = p_2 = \dots = p_N = \frac{1}{N}$, то количество принятой информации, содержащего в любом сообщении, описывается формулой Хартли $I = \log_2 N$.

Определим количество информации при подбрасывании монеты. Возможны два исхода (орел или решка). Вероятности обоих исходов одинаковы и равны 0,5. Тогда количество информации равно:

если $b = 2$, $I = -\log_2 0,5 = 1$ бит;

если $b = 3$, $I = -\log_3 0,5 = 0,631$ трит;

если $b = e \approx 2,7$, $I = -\ln 0,5 = 0,693$ нат;

если $b = 10$, $I = -\lg 0,5 = 0,301$ дит.

1.2 Цель работы

Целью данной работы является:

- получение сведений о единицах измерения информации;
- приобретение навыков оценки количества информации, которое содержится в переданном сообщении;
- приобретение навыков оценки статистических характеристик количества информации, содержащейся в последовательности сообщений;
- получение сведений о степени избыточности информации в переданном текстовом сообщении.

1.3 Задание для практической работы

1. Определите количество информации, которое содержится в сообщении о результате бросания игральной кости. Численное значение определить в битах, тритах, натах и дитах.

2. Брошено две игральных кости. Передаваемое сообщение содержит сумму двух чисел. Определите в битах:

- количество полученной информации, соответствующее принимаемому сообщению;
- минимальное, максимальное и среднее значения количества информации, передаваемое в сообщении.

При выполнении данного пункта задания составьте и заполните таблицу 1.1.

Таблица 1.1. – Результаты расчетов количества информации

Содержание сообщения	Вероятность сообщения	Количество информации
2		
3		
⋮		
11		
12		

3. Запишите через пробел свою фамилию, имя и отчество. С учетом частотности букв русского алфавита, приведенной в таблице 1.2, определите количество фактической информации $I_{\text{ф}}$ (в битах), которое содержится в сообщении ФАМИЛИЯ_ИМЯ_ОТЧЕСТВО, (знак «_» обозначает пробел).

Во сколько раз количество информации $I_{\text{ф}}$, полученное в результате приема данного сообщения, меньше количества передаваемой информации $I_{\text{п}}$, если считать, что для кодирования любого символа сообщения используется 1 байт?

Во сколько раз количество информации $I_{\text{ф}}$, полученное в результате приема данного сообщения, меньше количества передаваемой информации $I_{\text{п}}$, если считать, что для кодирования любого символа сообщения используется 2 байта?

Таблица 1.2. – Статистика частотности букв русского алфавита.

Буква	Вероят- ность	Частная энтропия	Буква	Вероят- ность	Частная энтропия	Буква	Вероят- ность	Частная энтропия
А	0,064	3,965784	Л	0,036	4,795859	Ц	0,004	7,965784
Б	0,015	6,058894	М	0,026	5,265345	Ч	0,013	6,265345
В	0,039	4,680382	Н	0,056	4,158429	Ш	0,006	7,380822
Г	0,014	6,158429	О	0,096	3,380822	Щ	0,003	8,380822
Д	0,026	5,265345	П	0,024	5,380822	Ъ, Ъ	0,015	6,058894
Е, Ё	0,074	3,756331	Р	0,041	4,608232	Ы	0,016	5,965784
Ж	0,008	6,965784	С	0,047	4,411195	Э	0,003	8,380822
З	0,015	6,058894	Т	0,056	4,158429	Ю	0,007	7,158429
И	0,064	3,965784	У	0,021	5,573467	Я	0,019	5,717857
Й	0,010	6,643856	Ф	0,002	8,965784	пробел	0,143	2,805913
К	0,029	5,107803	Х	0,009	6,795859			

1.4 Рекомендуемая литература

1. Информатика. Базовый курс : учебник для вузов. / С В. Симонович [и др.]; под общей редакцией С. В. Симоновича. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2015. – 640 с.

2. Информатика: Учебник для вузов / Н. В. Макарова [и др.]; под общей редакцией Н. В. Макаровой – СПб.: Питер, 2012. – 576 с.

3. Кудинов, Ю. И. Практикум по основам современной информатики: Учебное пособие. / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пашенко, А. Ю. Келина. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 352 с.

2 СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ

2.1 Основные понятия

Система счисления – символьный метод записи чисел, представление чисел с помощью письменных знаков.

Разнообразные системы счисления, которые существовали в разное время и в разных странах, можно разделить на две группы: позиционные и непозиционные. В непозиционных системах счисления от положения цифры в записи числа не зависит величина, которую она обозначает. Такие системы существовали в древнем Египте, Вавилоне, Греции. Примером непозиционной системы счисления, которая используется в наше время, является римская система. В ней для записи чисел используют буквы латинского алфавита, представленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Значения символов в римской системе счисления

I	V	X	L	C	D	M
1	5	10	50	100	500	1000

Например, число 1966 в римской системе имеет вид MCMLXVI.

Позиционной называется система счисления, в которой один и тот же числовой знак (цифра) в записи числа имеет различные значения в зависимости от того места (разряда), где он расположен. Количество различных цифр, которые используются для изображения числа в позиционной системе счисления, называется основанием системы счисления. Люди обычно пользуются числами, записанными в десятичной системе счисления. Для этого используются арабские цифры: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Вещественное число A_q , записанное в виде $a_n a_{n-1} \dots a_2 a_1 a_0, a_{-1} a_{-2} \dots a_{m-1} a_m$ в системе счисления с основанием q , может быть переведено в десятичную систему счисления A_d по формуле:

$$A_d = a_{n-1}q^{n-1} + a_{n-2}q^{n-2} + \dots + a_1q^1 + a_0q^0 + a_{-1}q^{-1} + \dots + a_{-m}q^{-m}, \quad (2.1)$$

где q - основание системы счисления, a_i - цифры данной системы счисления, $n+1$ - число разрядов целой части, m - число разрядов дробной части.

Если основание q превышает 10, то для обозначения цифр больше 9 принято использовать латинские буквы: А означает 10, В – 11, С – 12, D – 13, Е – 14 и F – 15.

В вычислительной технике в основном используется двоичная система счисления. В этом случае формула (2.1) принимает вид:

$$A_d = a_{n-1}2^{n-1} + a_{n-2}2^{n-2} + \dots + a_12^1 + a_02^0 + a_{-1}2^{-1} + \dots + a_{-m}2^{-m}, \quad (2.2)$$

Например, двоичное число 101101_2 соответствует целому десятичному числу 45_{10} :

$$1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 32 + 8 + 4 + 1 = 45.$$

При переводе целой части десятичного числа D в систему счисления с основанием q используется операция вычисления остатка целочисленного деления D на q . Полученные остатки записываются **справа налево**. Например, требуется представить десятичное число 94 в двоичном виде. Тогда необходимо находить остатки деления числа 94 на 2.

$$94 = 47 \cdot 2 + 0, \text{ остаток } 0;$$

$$47 = 23 \cdot 2 + 1, \text{ остаток } 1;$$

$$23 = 11 \cdot 2 + 1, \text{ остаток } 1;$$

$$11 = 5 \cdot 2 + 1, \text{ остаток } 1;$$

$$5 = 2 \cdot 2 + 1, \text{ остаток } 1;$$

$$2 = 1 \cdot 2 + 0, \text{ остаток } 0;$$

$$1 = 0 \cdot 2 + 1, \text{ остаток } 1.$$

Записав остатки **справа налево**, получим двоичное число $94_{10} = 1011110_2$.

Для перевода в иную систему счисления (например, с основанием 7), делить нужно на основание этой системы счисления q , то есть на 7.

$$94 = 13 \cdot 7 + 3, \text{ остаток } 3;$$

$$13 = 1 \cdot 7 + 6, \text{ остаток } 6;$$

$$1 = 0 \cdot 7 + 1, \text{ остаток } 1.$$

$$\text{Таким образом, } 94_{10} = 1011110_2 = 163_7.$$

Перевод числа из одной системы счисления q_1 в другую q_2 обычно выполняют в два этапа. Сначала переходят из системы счисления q_1 в десятичную, используя соотношение (2.1). Затем из десятичной системы в систему счисления с основанием q_2 , применив процедуру описанную выше. Из этого правила есть несколько исключений. Можно напрямую перейти из двоичной системы счисления в восьмеричную или шестнадцатеричную систему счисления и обратно. Это связано с тем, что 8 и 16 являются степенями числа 2: $8 = 2^3$, $16 = 2^4$.

Имея двоичный код, легко перейти к восьмеричному или шестнадцатеричному коду. Для перехода к восьмеричному коду двоичные разряды нужно объединить в группы по три элемента, начиная с младшего разряда. Незначащие нули добавляются при необходимости слева. $1011110_2 = 001\ 011\ 110$. Каждая группа переводится в число независимо от других. $001=1$, $011=3$, $110=6$. Получаем код числа 94 в восьмеричной системе $94_{10} = 1011110_2 = 136_8$.

Для перехода от двоичного кода к шестнадцатеричному требуется объединить двоичные разряды в группы по четыре элемента, начиная с младшего разряда, и заменить каждую группу соответствующим символом. Незначащие нули при необходимости добавляются слева.

$$1011110_2 = 0101\ 1110, \ 0101=5, \ 1110=E.$$

В результате получаем код десятичного числа 94 в шестнадцатеричной системе $94_{10} = 1011110_2 = 136_8 = 5E_{16}$.

При переводе дробной части вещественного числа используется похожая процедура. Преобразование осуществляется умножением дробной части вещественного числа на основание системы счисления q и последующем выделении целой части полученного произведения. Полученные целые значения записываются **слева направо**.

Например, требуется перевести в двоичную систему число $0,06640625$.

$$0,06640625 \cdot 2 = 0 + 0,1328125, \text{ целая часть } 0;$$

$$0,1328125 \cdot 2 = 0 + 0,265625, \text{ целая часть } 0;$$

$$0,265625 \cdot 2 = 0 + 0,53125, \text{ целая часть } 0;$$

$$0,53125 \cdot 2 = 1 + 0,0625, \text{ целая часть } 1;$$

$$0,0625 \cdot 2 = 0 + 0,125, \text{ целая часть } 0;$$

$$0,125 \cdot 2 = 0 + 0,25, \text{ целая часть } 0;$$

$$0,25 \cdot 2 = 0 + 0,5, \text{ целая часть } 0;$$

$$0,5 \cdot 2 = 1 + 0,0, \text{ целая часть } 1.$$

Таким образом, $0,06640625_{10} = 0,00010001_2$.

Дробную часть двоичного числа тоже можно записать в восьмеричной или шестнадцатеричной системе, объединяя разряды в группы по три или четыре элемента. Формировать группы нужно со старшего разряда, ближайшего к десятичной запятой. Незначащие нули при необходимости добавляются справа.

$$0,00010001_2 = 0,000100010_2 = 0,042_8$$

$$0,00010001_2 = 0,00010001_2 = 0,11_{16}$$

2.2 Цель работы

Целью данной работы является:

- получение сведений о позиционных и непозиционных системах счисления;
- приобретение навыков перевода целых чисел из системы счисления с одним основанием в другое;
- приобретение навыков перевода десятичных вещественных чисел в двоичную систему счисления;
- приобретение навыков записи десятичных целых чисел в троичной симметричной системе счисления.

2.3 Задание для практической работы

1. Составьте из дня и месяца своего рождения трехзначное или четырехзначное целое число D . Например, 7 мая соответствует числу $D = 705$.

2. Запишите число D в римской системе счисления.

3. Запишите число D в двоичной, троичной, семеричной и тринадцатеричной системах счисления.

4. Имея двоичный код числа D , получите восьмеричный и шестнадцатеричный коды этого числа, не используя переход к десятичной системе счисления.

5. Имея троичный код числа D , получите девятеричный код этого числа, не используя переход к десятичной системе счисления.

6. Пусть число D является дробной частью десятичной дроби. Целая часть этой дроби равна нулю (например, 0,705, если $D = 705$). Запишите эту дробь в двоичной системе счисления. Если данная дробь получается бесконечной, то для записи дробной части используйте 24 двоичных символов. Имея двоичную запись десятичной дроби, запишите ее в восьмеричной и шестнадцатеричной системе счисления.

7. Переведите число D из десятичной системы счисления в троичную симметричную систему счисления. В троичной симметричной системе счисления при записи значения числа используют следующие три цифры: $1_3 = 1_{10}$, $0_3 = 0_{10}$, $\bar{1}_3 = -1_{10}$. Переход в десятичную систему счисления также выполняется по формуле (2.2). Например, число $10\bar{1}$ соответствует десятичному числу 8, так как $10\bar{1}_3 = 1 \cdot 3^2 + 0 \cdot 3^1 - 1 \cdot 3^0 = 9 - 1 = 8_{10}$.

2.4 Рекомендуемая литература

1. Информатика. Базовый курс : учебник для вузов. / С В. Симонович [и др.]; под общей редакцией С. В. Симоновича. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2015. – 640 с.

2. Информатика: Учебник для вузов / Н. В. Макарова [и др.]; под общей редакцией Н. В. Макаровой – СПб.: Питер, 2012. – 576 с.

3. Кудинов, Ю. И. Практикум по основам современной информатики: Учебное пособие. / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пашенко, А. Ю. Келина. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 352 с.

3 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ЭВМ

3.1 Основные понятия

Количественно-информационный подход получил в информатике наибольшее распространение, потому что удалось найти способ представить любую форму информации (символьную, текстовую, графическую) в едином виде. Таким видом стала двоичная форма представления информации. Она заключается в записи любого типа информации в виде последовательности только двух символов. Для простоты записи используют цифры 0 и 1.

Следует иметь в виду, что в памяти ЭВМ двоичные числа хранятся группами по 8, 16 или 32 символов. При этом в незаполненных ячейках происходит заполнение нулями. Например, двоичный код десятичного числа 94 получился 1011110. Он состоит из семи знаков. Если для хранения этого числа в памяти ЭВМ используется ячейка, состоящая из восьми двоичных разрядов (то есть 1 байт), то в старший разряд записывается ноль. Получается двоичный код 01011110. Если для хранения числа 94 используется ячейка объемом два байта, то двоичный код будет иметь вид 000000001011110.

В двоичной системе отсутствуют специальные символы, обозначающие знак числа: плюс и минус. Поэтому для представления отрицательных целых чисел в разное время использовались три формы записи отрицательных чисел: прямой код, обратный код и обратный код с дополнением.

В прямом коде информацию о знаке несет **старший** разряд. Если он равен нулю, то это означает, что число положительное, если равен единице, то число отрицательное. Остальные разряды определяют абсолютное значение числа. Например, если число 94 имеет двоичный код 01011110, то число -94 в прямом коде обозначается 11011110.

Если для хранения используется обратный код, то при кодировании отрицательного числа все разряды инвертируются.

Код числа 94: 01011110

Код числа -94 : 10100001

В настоящее время для кодирования знаковых целых чисел применяется обратный код с дополнением. Для его получения нужно сначала получить обратный код отрицательного числа, а затем к полученному результату прибавить единицу. Например, если для числа -94 имеем обратный код 10100001, то получаем обратный код с дополнением $10100001 + 1 = 10100010$.

Отличия трех форм проявляются только при кодировании отрицательных чисел. Двоичные коды положительных чисел имеют одинаковый вид.

Операция сложения выполняется так же, как и в десятичной системе счисления: $0 + 0 = 0$, $0 + 1 = 1$, $1 + 0 = 1$. Переполнение разряда приводит к появлению единицы в следующем разряде: $1 + 1 = 10$. Например, требуется

вычислить $25 + 17$. Восемьразрядный код числа 25 имеет вид 00011001, а числа 17 - 00010001. Результат суммирования

$$\begin{array}{r} 00011001 \\ + 00010001 \\ \hline 00101010 \end{array}$$

Определим результат сложения, полученного двоичного значения 00101010. Так как старший разряд равен нулю, то полученное число положительное. Тогда его значение можно определить по формуле (2.1). Оно равно

$$0 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 32 + 8 + 2 = 42.$$

Использование обратного дополнительного кода позволило свести операцию вычитания к операции сложения. Например, при вычислении разности $25 - 17$ происходит суммирование числа 25 с числом -17 : $25 - 17 = 25 + (-17)$.

Поскольку код числа 17 имеет вид 00010001, обратный дополнительный код числа -17 имеет вид 11101111. Суммируя число 25 с числом -17 , получим:

$$\begin{array}{r} 00011001 \\ + 11101111 \\ \hline 100001000 \end{array}$$

В полученном значении 100001000 старшая единица отбрасывается, так как для хранения результата в памяти ЭВМ используется только восемь разрядов. Полученный восьмьразрядный код 00001000 является кодом положительного числа 8.

Если в полученном восьмьразрядном значении старший разряд равен единице, то это означает, что это код отрицательного числа. Чтобы определить его абсолютное значение, требуется провести инверсию всех двоичных разрядов и к полученному коду прибавить единицу. В результате получается код абсолютного значения отрицательного числа. Например, требуется вычислить результат $17 - 25$. Двоичный код числа 17 имеет вид 00010001. Двоичный код числа 25 имеет вид 00011001. Следовательно, код числа -25 принимает вид $11100110_2 + 00000001_2 = 11100111_2$. Суммируя коды, получим:

$$\begin{array}{r} 00010001 \\ + 11100111 \\ \hline 11111000 \end{array}$$

Старший разряд полученного значения суммы 11111000 равен единице. Это означает, что полученный результат является отрицательным числом. Чтобы узнать результат требуется провести инверсию, а затем прибавить единицу. Проведя инверсию, получаем код 00000111. После прибавления единицы имеем код абсолютного значения 00001000. Следовательно, результат операции $17 - 25$ равен -8 .

Операция умножения выполняется так же, как и в десятичной системе: $0 \times 0 = 0$, $0 \times 1 = 0$, $1 \times 0 = 0$, $1 \times 1 = 1$. Например, требуется вычислить произведение 25×17 . Используя восьмиразрядные двоичные коды чисел 25 и 17, получим:

$$\begin{array}{r}
 00011001 \\
 \times 00010001 \\
 \hline
 + 00011001 \\
 \hline
 00011001 \\
 000110101001 \\
 \hline
 \end{array}$$

В полученном значении 000110101001 отбрасываем четыре старших разряда, так как для хранения результата используется только восемь двоичных разрядов. Получаем восьмиразрядный двоичный код 10101001. Поскольку старший разряд равен единице, то это код отрицательного числа. Проведя инверсию, получаем код 01010110. После прибавления единицы имеем код абсолютного значения 01010111. По формуле (2.1) получаем абсолютное значение в десятичной системе:

$$0 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 64 + 16 + 4 + 2 + 1 = 87.$$

Следовательно, результат операции 25×17 равен -87 .

Вещественные числа в памяти ЭВМ хранятся совершенно иначе, чем целые. Любое вещественное число C можно представить в виде $C = S \cdot M \cdot 2^P$, где S – знак числа, M – мантисса, P – порядок числа. В памяти ЭВМ хранятся двоичные коды чисел S , M и P . Для хранения вещественных чисел используются 32, 64 или 80 двоичных разрядов. Для простоты преобразований рассмотрим случай, когда ячейка памяти занимает 4 байта или 32 двоичных разряда. Структура хранения вещественного числа представлена на рис. 3.1.

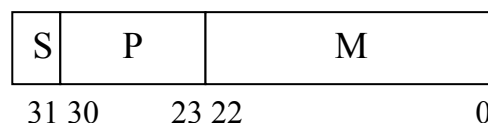


Рис.3.1 – Структура хранения четырехбайтового вещественного числа в памяти ЭВМ

Для хранения информации о знаке используется старший разряд. Он равен нулю, если число больше или равно нулю, или единице, если число отрицательное. Восемь двоичных разрядов отводится под хранение порядка, и еще 23 – под хранение мантиссы.

Рассмотрим кодирование вещественных чисел на конкретном примере. Например, требуется получить двоичный код десятичного числа 94,06640625. Сначала записывается двоичный код вещественного числа: $94,06640625_{10} = 1011110,00010001_2$. Затем полученный двоичный код преобразовывают в нормализованную форму. Для этого переводят запятую

влево или вправо так, чтобы в старшем разряде была единица. В данном случае запятая перенесена влево на шесть позиций. Следовательно

$$1011110,00010001 = 1,01111000010001 \cdot 2^6.$$

Двоичный код порядка P хранится в модифицированном виде. Поскольку под хранение порядка отведено 8 двоичных разрядов, то это соответствует диапазону чисел $-127...128$. Чтобы порядок был всегда положителен, его принимают увеличенным на 127. В данном примере $6+127=133$. Полученное значение переводят в двоичный вид $133_{10} = 10000101_2$. Это и есть код порядка P .

Поскольку в нормализованной записи мантиисы первый разряд всегда равен единице, то ее запись в память ЭВМ начинается со второй цифры. Если общее число цифр мантиисы меньше 23 (для данного примера их 14), то она дополняется нулями справа. В результате получаем код мантиисы 011 1100 0010 0010 0000 0000.

Так как $94,06640625_{10}$ - число положительное, то старший разряд равен 0. Записывая последовательно двоичные коды знака, порядка и мантиисы, как это показано на рис. 3.1, получаем код искомого вещественного числа 0 10000101 011110000100010000000000. Поскольку двоичные числа содержат много разрядов, то для их записи используют шестнадцатеричную систему счисления: $0100\ 0010\ 1011\ 1100\ 0010\ 0010\ 0000\ 0000_2 = 42BC2200_{16}$.

Для хранения в памяти ЭВМ текстовых данных каждый символ алфавита (буквы, цифры, знаки и т.д.) кодируется определенным образом. Если для кодирования использовать восемь двоичных разрядов, то этого будет достаточно для кодирования 256 различных символов. Этого хватит, чтобы выразить все символы русского и английского языков, как строчные, так и прописные, а также знаки препинания, символы основных арифметических действий, цифры и некоторые общепринятые специальные символы. Таблица, которая сопоставляет каждому символу алфавита его двоичный код, называется кодовой страницей (CP – Code Page). Существует большое число кодовых страниц. Одна из них (CP 866) приведена в Приложении В. Для хранения в памяти ЭВМ каждого символа алфавита используется 8 двоичных разрядов или 1 байт памяти. Если для кодирования каждого символа алфавита использовать 2 байта, то общее количество различных комбинаций нулей и единиц равно 65536. Этого количества достаточно для кодирования символов большинства систем письменности. Однако приведет к возрастанию в 2 раза размеров файлов.

3.2 Цель работы

Целью данной работы является:

- получение сведений о способах хранения в памяти ЭВМ целых и вещественных числах;
- получение сведений о способах хранения в памяти ЭВМ целых отрицательных чисел;

- приобретение навыков выполнения арифметических операций сложения, вычитания и умножения, выполняемых ЭВМ;
- приобретение навыков получения двоичного кода четырехбайтового вещественного числа, хранящегося в памяти ЭВМ;
- приобретение навыков получения двоичного кода текстовой строки, хранящейся в памяти ЭВМ.

3.3 Задание для практической работы

1. Используя день и месяц своего рождения, получите два числа A и B по формулам: $A = 3 \cdot (10 + D)$, $B = 5 \cdot (10 + M)$, где D – день рождения, M – месяц рождения.

2. Получите двоичный код чисел A и B , если для их хранения каждого из них в памяти ЭВМ используется один байт памяти.

3. Запишите числа $-A$ и $-B$ в прямом коде, в обратном коде и в обратном коде с дополнением, если для их хранения каждого из них в памяти ЭВМ используется один байт памяти.

4. Получите значения арифметических операций: $A + B$, $A - B$, $B - A$, $-A - B$, если для хранения результата в памяти ЭВМ используется один байт памяти. Для каждого случая запишите значение целого числа в десятичной системе счисления, соответствующее полученным двоичным кодам.

5. Получите значения арифметических операций: $A \times B$, $A \times (-B)$, $(-A) \times B$, $(-A) \times (-B)$, если для хранения результата в памяти ЭВМ используется один байт памяти. Для каждого случая запишите значение целого числа в десятичной системе счисления, соответствующее полученным двоичным кодам.

6. Получите значение арифметической операции $A \times B$, если для хранения результата в памяти ЭВМ используются два байта памяти. Запишите значение целого числа в десятичной системе счисления, соответствующее полученному двоичному коду.

7. Запишите двоичный код числа $A.B$, где A – целая часть вещественного числа, B – дробная часть вещественного числа. Для хранения вещественного числа используется 4 байта памяти. Число двоичных разрядов, отводимых для хранения мантииссы, равно двадцати трем, для хранения порядка – восемь.

8. Запишите через пробел свою фамилию, имя и отчество, используя строчные буквы. Получите код строки ФАМИЛИЯ_ИМЯ_ОТЧЕСТВО, если использовать кодовую страницу CP866. Запишите полученный код в шестнадцатеричной системе счисления. Кодовая страница CP866 дана в Приложении В. Код пробела – 32 в десятичной системе счисления. Найдите значение суммы используемых кодов в десятичной системе счисления.

3.4 Рекомендуемая литература

1. Информатика. Базовый курс : учебник для вузов. / С В. Симонович [и др.]; под общей редакцией С. В. Симоновича. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2015. – 640 с.
2. Информатика: Учебник для вузов / Н. В. Макарова [и др.]; под общей редакцией Н. В. Макаровой – СПб.: Питер, 2012. – 576 с.
3. Кудинов, Ю. И. Практикум по основам современной информатики: Учебное пособие. / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пашенко, А. Ю. Келина. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 352 с.

4 АППАРАТНОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ

4.1 Основные понятия

Персональным компьютером (ПК) или ПЭВМ (персональная ЭВМ) называют малогабаритную микро-ЭВМ, устанавливаемая на рабочем месте пользователя в качестве приданного ему средства работы.

Аппаратное обеспечение ЭВМ (hardware) – это совокупность узлов или блоков, входящих в состав ЭВМ, выполняющих соответствующие функции.

Программное обеспечение ЭВМ (software) – это совокупность программ, приданных ЭВМ и позволяющих использовать ее по назначению.

Программа – это упорядоченная последовательность команд.

4.2 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- изучение способов определения конфигурации персонального компьютера (ПК);
- получение навыков определения простейших параметров конфигурации устройств, входящих в состав персонального компьютера;
- изучение характеристик и возможностей операционной системы;
- получение навыков быстрого поиска объектов (файлов и папок);
- получение навыков архивирования и разархивирования файлов и папок;
- получение представления о возможной степени сжатия информации, хранимой в файлах различных типов.

4.3 Задание на лабораторную работу

1. Определите перечень устройств, входящих в состав персонального компьютера (процессор, ОЗУ, HDD, SSD, дисководы, видеоадаптер, сетевой адаптер, устройство чтения/записи оптических дисков, монитор, клавиатура, мышь, последовательные и параллельные порты).

2. Определите параметры конфигурации устройств, входящих в состав персонального компьютера. Результаты занесите в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Параметры конфигурации устройств ПК

№	Устройство	Характеристика	Значение
1	Процессор		
		Модель	
		Техпроцесс	
		Сокет	
		Ядро, количество ядер	
		Разрядность адресной шины	

№	Устройство	Характеристика	Значение
		Разрядность шины данных	
		Максимально поддерживаемый объем памяти	
		Тактовая частота	
		Тепловыделение	
2	Оперативное запоминающее устройство		
		Тип памяти	
		Объем	
		Тактовая частота	
		Напряжение питания	
3	Видеокарта		
		Модель	
		Интерфейс подключения	
		Графический процессор	
		Рабочая частота	
		Объем памяти	
		Тип памяти	
		Разрядность шины памяти	
		Внешние интерфейсы	
		Тип охлаждения	
4	Накопитель на жестком магнитном диске (HDD)		
		Модель	
		Объем памяти	
		Скорость вращения шпинделя	
		Максимальная скорость чтения/записи данных	
		Среднее время задержки	
		Количество магнитных дисков	
		Количество головок	
		Интерфейс подключения	
5	Твердотельный накопитель (SSD)		
		Модель	
		Объем памяти	
		Интерфейс подключения	
		Максимальная скорость чтения/записи данных	
6	Устройство чтения/записи оптических дисков		
		Модель	
		Поддерживаемые форматы	
		Скорость вращения шпинделя	
		Скорость чтения/записи данных	
		Среднее время задержки	
		Интерфейс подключения	
7	Сетевой адаптер		
		Модель	
		Скорость передачи данных	
		Интерфейс подключения	
		Внешний интерфейс	
8	Монитор		
		Модель	
		Тип экрана	
		Соотношение сторон	

№	Устройство	Характеристика	Значение
		Размер экрана	
		Размер зерна	
		Частота развертки	
		Разрешение	
		Количество цветов выводимого изображения	
		Интерфейс подключения	
9	Клавиатура		
		Интерфейс подключения	
10	Мышь		
		Интерфейс подключения	
		Используемый тип датчика перемещения	
11	Коммуникационные порты		
		Состав/количество	

3. Определите тип, название и разрядность операционной системы, установленной на компьютере.

4. Определите тип используемой файловой системы, объем памяти, занимаемой одним кластером. Оцените объем доступного дискового пространства.

5. Оцените скорость копирования информации для различных типов носителей.

6. Оцените степень сжатия информации при архивировании файлов, указанных преподавателем. Значение коэффициента сжатия определить по формуле

$$k = \frac{S_0}{S_c},$$

где S_0 – объем исходного файла, S_c – объем сжатого файла.

Проведите данное исследование для нескольких типов: текстовый файл (*.txt), документ текстового процессора (*.doc или *.odt), документ табличного процессора (*.xls или *.ods), файлов растровой (*.bmp) и векторной (*.jpg) графики, файлов с аудио (*.mp3) и видео информацией (*.avi), исполняемый файл (*.exe). Результаты исследования занесите в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты сжатия файлов

№	Имя и тип файла	Объем исходного файла	Объем сжатого файла	Коэффициент сжатия
1.				
2.				
8.				

4.4 Рекомендуемая литература

1. Информатика. Базовый курс : учебник для вузов. / С В. Симонович [и др.]; под общей редакцией С. В. Симоновича. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2015. – 640 с.
2. Лабораторный практикум по информатике: Учебное пособие для вузов/ В. С. Микшина [и др.]; под ред. В.А. Острейковского. – М., Высш. шк., 2003. – 376 с.
3. Алексеев, А. П. Информатика 2015 : учебное пособие/ А. П. Алексеев. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2015. – 400 с.
4. Ивановский, С. В. Linux без секретов / С. В. Ивановский. - М.: Майор, 2003. – 190 с.
5. Романова, Ю. Д. Информатика и информационные технологии. Конспект лекций : учебное пособие / Ю.Д. Романова, И.Г. Лесничая. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Эксмо, 2009. – 320 с.

5 ТЕКСТОВЫЙ РЕДАКТОР

Текстовый редактор (или текстовый процессор) – это программа для ввода, редактирования, форматирования и подготовке к печати текстовых документов. Современные текстовые процессоры имеют в своем составе инструменты для работы с рисунками, таблицами, формулами, объектами мультимедиа.

5.1 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- изучение возможностей текстового редактора;
- получение навыков создания текстового документа и редактирования его свойств;
- получение навыков создания, изменения и удаления элементов текстового документа;
- получение навыков создания и редактирования математических выражений с помощью редактора формул;
- получение навыков создания, вставки и редактирования графических объектов;
- получение навыков создания таблиц и редактирование ее свойств;
- получение навыков создания диаграмм и редактирование ее свойств.

5.2 Задание на лабораторную работу

1. Запустите текстовый редактор.
2. Установите следующие параметры страницы документа:
 - отступ сверху и снизу – 15 мм, слева – 30 мм, справа – 20 мм;
 - формат бумаги – А4 (210x297 мм);
 - ориентация бумаги – **книжная**.
3. Настройте внешний вид рабочего окна текстового редактора:
 - установите режим отображения документа – **Разметка страницы**;
 - масштаб – **по ширине страницы**;
 - включите режим отображения непечатаемых знаков ¶;
4. Наберите титульный лист отчета по лабораторной работе по образцу, приведенному в Приложении А.
5. Создайте стили **Текст документа**, **Название раздела** с параметрами:
 - **Название раздела**: шрифт – Arial, начертание – полужирный, размер шрифта – 18 пт., интервал – одинарный, выравнивание – по центру;
 - **Текст документа**: шрифт – Times New Roman, начертание – обычный, размер шрифта – 14 пт., интервал – полуторный, выравнивание – по ширине.

6. Запишите результаты выполнения четырех предыдущих практических и лабораторных работ в текстовом документе. Оформите в качестве отдельных разделов каждое выполненное решение на отдельной странице. Для этого используйте вставку **Разрыв, Новая страница**.

7. Примените к названиям работ стиль **Название раздела**, а к остальным предложениям – **Текст документа**.

8. Введите нумерацию страниц. Положение номера страницы: по центру, внизу. Первая страница документа является титульной. Ее нумеровать не нужно.

9. На второй странице текстового документа создайте оглавление отчета по лабораторной работе. В качестве разделов документа используйте предложения, имеющие стиль **Название раздела**. Укажите номера страниц, с которых начинаются разделы.

10. Создайте новый раздел с названием «Текстовый редактор», в котором, используя редактор формул, наберите **три** математических выражения в соответствии с заданным преподавателем варианта задания из таблицы 5.1. Пронумеруйте каждую формулу по стандарту ТУСУР.

11. На отдельном листе документа создайте таблицу, в которую занесите предметы, изучавшиеся в школе, и оценки школьного аттестата. Таблица должна состоять из четырех столбцов: Номер, Название предмета, Код оценки (5, 4, 3), Оценка (отлично, хорошо, удовлетворительно). Используя оценки своего аттестата, постройте диаграмму по образцу, изображенному на рис. 5.1. Пронумеруйте таблицу и диаграмму по стандарту ТУСУР.

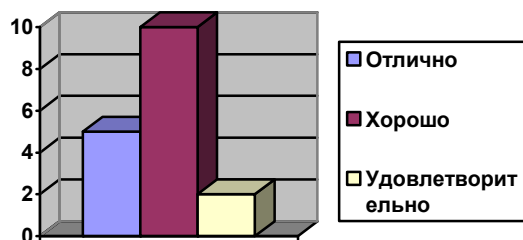


Рис. 5.1 – Диаграмма успеваемости

Таблица 5.1 – Варианты заданий

Номер варианта	Выражения
1	$z = \frac{ x + y }{1 + x \cdot y }, \int a \, dx = ax + C, z = \begin{cases} \sqrt[3]{x^2 - y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_5(x + y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
2	$z = \frac{ x - y }{1 + x \cdot y }, \int x^\alpha \, dx = \frac{x^{\alpha+1}}{\alpha+1} + C, \alpha \neq -1, z = \begin{cases} \sqrt[5]{x^2 + y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_7(x + y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$

Номер варианта	Выражения
3	$z = \frac{1 - x \cdot y }{1 + x - y }, \int a^x dx = \frac{a^x}{\ln a} + C, a > 0, a \neq 1, z = \begin{cases} \sqrt[5]{x^3 + y^4} \text{ нпу } x \leq 0 \\ \arctg(x/y) \text{ нпу } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+1}(x+y) \text{ нпу } x > 0, y < x \end{cases}$
4	$z = \frac{x^2 + y^2 - x \cdot y }{1 + x^2 - y^2 }, \int e^x dx = e^x + C, z = \begin{cases} \sqrt[7]{x^4 + y^5} \text{ нпу } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x-y) \text{ нпу } x > 0, y \geq x \\ \log_{3x+1}(3x+y) \text{ нпу } x > 0, y < x \end{cases}$
5	$z = \frac{x^2 - y^2}{1 + x \cdot y }, \int \cos x dx = \sin x + C, z = \begin{cases} \sqrt[9]{x^2 + y^3} \text{ нпу } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) \text{ нпу } x > 0, y \geq x \\ \log_{4x+1}(3x - y) \text{ нпу } x > 0, y < x \end{cases}$
6	$z = \frac{x^2 - y^2 + 2 \cdot x \cdot y }{1 + x^2 + y^2}, \int \frac{1}{x} dx = \ln x + C, z = \begin{cases} \sqrt[3]{x^3 + y^2} \text{ нпу } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) \text{ нпу } x > 0, y \geq x \\ \log_{5x+1}(5x - 3y) \text{ нпу } x > 0, y < x \end{cases}$
7	$z = \frac{\sqrt{ x + y }}{1 + x + y }, \int \sin x dx = -\cos x + C, z = \begin{cases} \sqrt[3]{x^4 + y^3} \text{ нпу } x \leq 0 \\ \arctg(x-y) \text{ нпу } x > 0, y \geq x \\ \log_2(3x - 2y) \text{ нпу } x > 0, y < x \end{cases}$
8	$z = \frac{ x + y }{1 + \sqrt{ x - y }}, \int \frac{dx}{\cos^2 x} = \operatorname{tg} x + C, z = \begin{cases} \sqrt[5]{2x^2 + y^5} \text{ нпу } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x+y) \text{ нпу } x > 0, y \geq x \\ \log_7(4x + 3y) \text{ нпу } x > 0, y < x \end{cases}$
9	$z = \frac{\sqrt{1 + x \cdot y }}{1 + \sqrt{ x + y }}, \int \frac{dx}{\sin^2 x} = -\operatorname{ctg} x + C, z = \begin{cases} \sqrt[7]{3x^2 + y^5} \text{ нпу } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) \text{ нпу } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +1}(4x - 3y) \text{ нпу } x > 0, y < x \end{cases}$
10	$z = \frac{\ln(1 + x + y)}{1 + x+1 + y-1 }, \int_0^H \frac{x^2}{H^2} S dx = \frac{SH}{3}, z = \begin{cases} \sqrt[9]{2x^3 + 4y^2} \text{ нпу } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) \text{ нпу } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+ y +1}(x + y) \text{ нпу } x > 0, y < x \end{cases}$
11	$z = \frac{\ln(1 + x^2 - y^2)}{1 + x-1 + y+1 }, \pi \int_0^\pi \sin^2 x dx = \frac{\pi^2}{2}, z = \begin{cases} \sqrt[9]{x^5 + y^2} \text{ нпу } x \leq 0 \\ \arctg(x+y) \text{ нпу } x > 0, y \geq x \\ \log_3(4x + y) \text{ нпу } x > 0, y < x \end{cases}$

Номер варианта	Выражения
12	$z = \frac{\ln(1+x^2+y^2)}{1+ x-y }, \int_0^2 2x\sqrt{4-x^2} dx = \frac{16}{3}, z = \begin{cases} \sqrt[7]{3x^3+y^4} \text{ npu } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x+y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_5(4x+y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
13	$z = \frac{\sin(x+y)}{2-\cos(x-y)}, \lim_{x \rightarrow +0} \frac{\sqrt{x}-x}{\sqrt{x}+x} = 1, z = \begin{cases} \sqrt[5]{5x^2+y^3} \text{ npu } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +1}(3x- y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
14	$z = \frac{\cos(x-y)}{2-\sin(x^2+y^2)}, \lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2x}{1+ x } = -2, z = \begin{cases} \sqrt[3]{3x^3+y^2} \text{ npu } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+ y +1}(x+ 3y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
15	$z = \frac{\cos(x-y)+\cos(x+y)}{1+ \sin(x+y)-\sin(x-y) }, \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{2x}{1+ x } = 2, z = \begin{cases} \sqrt[9]{x^5+y^2} \text{ npu } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x \cdot y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_3(4x+ y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
16	$z = \frac{\lg(1+ x + y)}{1+ x+1 + y-1 }, \lim_{n \rightarrow \infty} (\sqrt{n^2+n} - n) = \frac{1}{2}, z = \begin{cases} \sqrt[11]{5x^4+y^5} \text{ npu } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x \cdot y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_5(2x+y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
17	$z = \frac{\lg(1+ x^2-y^2)}{1+ x-1 + y+1 }, \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{7n^2-3n}{n^2+2} = 7, z = \begin{cases} \sqrt[11]{9x^2+3y^3} \text{ npu } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+1}(6x+ y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
18	$z = \frac{\lg(1+x^2+y^2)}{1+ x-y }, \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1, z = \begin{cases} \sqrt[5]{2x^4+y^3} \text{ npu } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +1}(x+ x \cdot y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
19	$z = \frac{\log_{(2+x^2)}(1+y^2)}{\log_{(2+ y)}(1+ x)}, (\operatorname{arctg} x)' = \frac{1}{1+x^2}, z = \begin{cases} \sqrt[7]{3x^5+y^2} \text{ npu } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x \cdot y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_4(5x- y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
20	$z = (1+x^2)^{1+ y }, (\operatorname{arctg} x)' = -\frac{1}{1+x^2}, z = \begin{cases} \sqrt[3]{8x^2+4y^3} \text{ npu } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x \cdot y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_8(4x-y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$

Номер варианта	Выражения
21	$z = \frac{x-y}{1+ x \cdot y }, h(x) = \frac{x \cdot \arcsin x}{\sqrt{1-x^2}}, z = \begin{cases} \sqrt[5]{x^3+y^2} \text{ } npu \text{ } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y \geq x \\ \log_2(2x+y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y < x \end{cases}$
22	$z = \frac{ y - x }{1+ x \cdot y }, h(x) = \frac{\sqrt{1+\cos x}}{\sin x}, z = \begin{cases} \sqrt[7]{x^2-y^3} \text{ } npu \text{ } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y \geq x \\ \log_3(3x+y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y < x \end{cases}$
23	$z = \frac{1+ x \cdot y }{1+ x-y }, h(x) = \frac{3+x^3}{\sqrt{2+2x^2}}, z = \begin{cases} \sqrt[3]{2x^3+y^2} \text{ } npu \text{ } x \leq 0 \\ \arctg(x/y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y \geq x \\ \log_{2x+1}(3x+2y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y < x \end{cases}$
24	$z = \frac{x+y- x \cdot y }{1+ x^3-y^3 }, I_2 = \int_0^{-\ln 2} \sqrt{1-e^{2x}} dx, z = \begin{cases} \sqrt[5]{4x^2-y^3} \text{ } npu \text{ } x \leq 0 \\ \operatorname{arccotg}(x-y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+1}(4x+2y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y < x \end{cases}$
25	$z = \frac{x-y^3}{1+ x \cdot y }, I_2 = \int_0^1 x^2 \sqrt{1-x^2} dx, z = \begin{cases} \sqrt[7]{5x^2-y^3} \text{ } npu \text{ } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+1}(2x+ y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y < x \end{cases}$
26	$z = \frac{x^3-y+2 \cdot x \cdot y }{1+x^2+y^2}, I_2 = \int_0^1 \sqrt{(1-x^2)^3} dx, z = \begin{cases} \sqrt[3]{2x^3-3y^2} \text{ } npu \text{ } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y \geq x \\ \log_{3x+1}(3x+ 5y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y < x \end{cases}$
27	$z = \frac{\sqrt{ x^2 + y^3 }}{1+ x + y }, h(x) = \frac{x\sqrt{1+x}}{\sqrt{1-x}}, z = \begin{cases} \sqrt[5]{4x^2+y^3} \text{ } npu \text{ } x \leq 0 \\ \arctg(x-y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y \geq x \\ \log_3(5x- 3y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y < x \end{cases}$
28	$z = \frac{ x - y }{1+\sqrt{ x + y }}, h(x) = \frac{\sqrt{2x+1}}{x^2}, z = \begin{cases} \sqrt[7]{3x^3-5y^2} \text{ } npu \text{ } x \leq 0 \\ \operatorname{arccotg}(x+y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y \geq x \\ \log_5(5x+2y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y < x \end{cases}$
29	$z = \frac{\sqrt{1+ x \cdot y^2 }}{1+\sqrt{ x + y }}, h(x) = \frac{\operatorname{arctg} x}{(1+x)^3}, z = \begin{cases} \sqrt[3]{4x^2+3y^3} \text{ } npu \text{ } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+ y +1}(2x+ 3y) \text{ } npu \text{ } x > 0, y < x \end{cases}$

Номер варианта	Выражения
30	$z = \frac{\log_2(1+ x + y)}{1+ x+1 + y-1 }, I_2 = \int_1^e \frac{1+\lg x}{x} dx, z = \begin{cases} \sqrt[5]{6x^2-y^3} \text{ npu } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +2}(x- y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
31	$z = \frac{\lg(1+ x^2-y^2)}{1+ x-1 + y+1 }, I_2 = \int_1^2 \frac{e^{1/x}}{x^2} dx, z = \begin{cases} \sqrt[7]{6x^3-2y^2} \text{ npu } x \leq 0 \\ \arctg(x+y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_3(4x- y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
32	$z = \frac{\log_2(1+x^2+y^2)}{1+ x-y }, I_2 = \int_{-\pi/2}^{-\pi/4} \frac{\cos^3 x}{\sqrt[3]{\sin x}} dx, z = \begin{cases} \sqrt[3]{3x^3-y^4} \text{ npu } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x+y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_5(7x-y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
33	$z = \frac{\sin(x-y)}{2-\cos(x+y)}, h(x) = \sqrt{x^2-2x-1}, z = \begin{cases} \sqrt[5]{4x^2-y^3} \text{ npu } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +3}(5x+ y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
34	$z = \frac{\cos(x+y)}{2-\sin(x^2-y^2)}, h(x) = \sqrt{1-4x-x^2}, z = \begin{cases} \sqrt[7]{7x^3+y^2} \text{ npu } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+ y +3}(2x+ y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
35	$z = \frac{\cos(x-y)+\cos(x+y)}{1+ \sin(x+y)+\sin(x-y) }, h(x) = \frac{2x+3}{\sqrt{1+x^2}}, z = \begin{cases} \sqrt[9]{x^4-y^3} \text{ npu } x \leq 0 \\ \arctg(x \cdot y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_3(7x- y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
36	$z = \frac{\log_2(1+ x + y)}{1+ x-1 + y+1 }, I_2 = \int_1^2 x \log_2 x dx, z = \begin{cases} \sqrt[3]{11x^2+y^3} \text{ npu } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x \cdot y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_5(3x+2y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
37	$z = \frac{\log_2(1+ x^2-y^2)}{1+ x+1 + y-1 }, I_2 = \int_0^{\pi/2} \cos^5 x \sin 2x dx, z = \begin{cases} \sqrt[11]{8x^2+3y^3} \text{ npu } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+1}(6x- y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$
38	$z = \frac{\log_2(1+x^2+y^2)}{1+ x^2+y^2 }, h(x) = \frac{2x^5-3x^2}{1+3x^3-x^6}, z = \begin{cases} \sqrt[5]{2x^2-y^3} \text{ npu } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) \text{ npu } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +3}(x+ x \cdot y) \text{ npu } x > 0, y < x \end{cases}$

Номер варианта	Выражения
39	$z = \frac{\log_{(2+y^2)}(1+y^2)}{\log_{(2+ x)}(1+ x)}, I_2 = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sqrt{\cos x - \cos^3 x} dx, z = \begin{cases} \sqrt[3]{5x^3 + 2y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arctg(x \cdot y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_4(11x - y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
40	$z = (1+ x)^{1+y^2}, h(x) = \frac{\ln x}{x \cdot (1 - \ln^2 x)}, z = \begin{cases} \sqrt[3]{27x^2 + 9y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x \cdot y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_8(6x - 3y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$

5.3 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Выполните задание в соответствии с полученным вариантом.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

5.4 Рекомендуемая литература

1. Информатика. Базовый курс : учебник для вузов. / С В. Симонович [и др.]; под общей редакцией С. В. Симоновича. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2015. – 640 с.
2. Лабораторный практикум по информатике: Учебное пособие для вузов/ В. С. Микшина [и др.]; под ред. В.А. Острейковского. – М., Высш. шк., 2003. – 376 с.
3. Романова, Ю. Д. Информатика и информационные технологии. Конспект лекций : учебное пособие / Ю.Д. Романова, И.Г. Лесничая. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Эксмо, 2009. - 320 с.
4. Алексеев, А. П. Информатика 2015 : учебное пособие/ А. П. Алексеев. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2015. – 400 с.

6 ТАБЛИЧНЫЙ ПРОЦЕССОР

Табличный процессор – это программа для работы с электронными таблицами. Электронная таблица представляет собой прямоугольную матрицу, состоящую из ячеек. В каждой ячейке могут быть записаны числовые, текстовые, логические данные, а также формулы и ссылки на другие ячейки. Файл табличного процессора называют рабочей книгой. Рабочая книга состоит из нескольких листов, каждый из которых является электронной таблицей. Электронные таблицы являются удобным инструментом проведения математических, экономических, научных расчетов, построения графиков и диаграмм.

6.1 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- изучение возможностей табличного процессора;
- изучение способов работы с данными в ячейках;
- получение навыков проведения математических и логических вычислений с данными;
- получение навыков построения, изменения и удаления диаграмм;
- получение навыков организации базы данных средствами табличного процессора и автоматического получения отчетных документов.

6.2 Задание на лабораторную работу

1. На первом листе рабочей книги создайте таблицу по образцу таблицы 6.1. Произвольным образом заполните экзаменационные оценки (5, 4, 3, 2), полученные каждым студентом по четырем предметам. Рассчитайте количество пятерок, четверок, троек и двоек, полученных каждым студентом, а также его средний балл.

2. Для каждой учебной группы подведите итоги сессии, заполнив таблицу 6.2.

Определите количество отличных, хороших, удовлетворительных и неудовлетворительных оценок, средний балл, число студентов, сдавших сессию на отлично, абсолютную U_A и качественную U_K успеваемости.

Значения абсолютной и качественной успеваемости рассчитываются по формулам:

$$U_A = \frac{N_A}{N} \cdot 100\%, \quad U_K = \frac{N_K}{N} \cdot 100\%,$$

где N – общее число студентов в группе,

N_A – количество студентов, сдавших экзамены без двоек,

N_K – количество студентов, получивших на экзаменах только оценки пять или четыре.

4. Полученный отчет импортируйте в документ текстового редактора, созданного при выполнении предыдущей работы «Текстовый редактор», добавив новый раздел «Табличный процессор». После чего обновите оглавление документа текстового процессора.

Таблица 6.1 – Результаты сдачи сессии

№	ФИО	Группа	Экзаменационные оценки				Количество оценок				Сред. балл
			Линей. алгебра	Матем. анализ	Физика	История	5	4	3	2	
1	Антохин П.Н.	100									
2	Бабатьев В.В.	180									
3	Бурдуковский А.С.	100									
4	Быков А.Н.	180									
5	Вайвод Д.А.	100									
6	Иванов Д.Г.	180									
7	Кабаков В.Л.	100									
8	Копытков Д.Ю.	180									
9	Кравчук С.С.	180									
10	Крючков М.В.	100									
11	Лобов А.Е.	100									
12	Лопарев С.В.	180									
13	Сафронов В.А.	100									
14	Суханов А.М.	100									
15	Тепляшин Д.А.	180									
16	Шадрин А.А.	180									
17	Шендрик Д.А.	100									
18	Якупов Э.Р.	100									
19	Якурнов В.О.	180									
20	Янковский Д.В.	180									

Таблица 6.2 – Итоги сессии студенческих групп

Группа	Число студентов	Количество оценок				Средний балл	Количество отличников	Успеваемость, %	
		5	4	3	2			абсолютная	качественная
100									
180									

5. На втором листе рабочей книги проведите статистическую обработку данных. Для заданного преподавателем варианта таблицы 6.3, используя датчик случайных чисел, получите выборку из 100 элементов ($x_i \in [A, B]$, $i=1..100$). Для полученной выборки найдите значения минимального и максимального элементов, значения медианы, среднего арифметического и среднего квадратичного, а также постройте гистограмму распределения выборки.

Методические указания. При выполнении задания используйте функции табличного процессора: СЛЧИСЛО (RAND), СЛУЧМЕЖДУ (RANDBETWEEN), ЕСЛИ (IF), СЧЕТ (COUNT), СЧЕТЕСЛИ (COUNTIF),

СЧЕТЕСЛИМН (COUNTIFS), СУММ (SUM), СУММЕСЛИ (SUMIF), СУММЕСЛИ (SUMIFS), МИН (MIN), МАКС (MAX), МЕДИАНА (MEDIAN), СРЗНАЧ (AVERAGE), СТАНДОТКЛОН (STDEV), ЧАСТОТА (FREQUENCY). В качестве параметров функций следует использовать содержимое ячеек листа документа табличного процессора.

Использование численных значений в параметрах функций ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

Таблица 6.3 - Варианты заданий

Вариант	A	B	Вариант	A	B	Вариант	A	B	Вариант	A	B
1	10	70	11	-80	20	21	-70	10	31	-20	80
2	30	150	12	-110	-30	22	-150	-30	32	30	110
3	40	100	13	-200	-150	23	-100	40	33	150	200
4	-50	10	14	-300	-200	24	-10	50	34	200	300
5	-20	40	15	-60	10	25	-40	20	35	-10	60
6	-120	20	16	-25	-15	26	-20	120	36	-15	45
7	-15	25	17	-5	15	27	-25	15	37	-75	35
8	-35	5	18	-35	25	28	-5	45	38	-25	85
9	-50	25	19	-5	15	29	-25	50	39	-85	-10
10	-150	10	20	-35	25	30	-10	150	40	-90	-40

6.3 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Определите функции табличного процессора, требуемые для выполнения задания.
- Проверьте правильность работы программы.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

6.4 Рекомендуемая литература

1. Информатика. Базовый курс : учебник для вузов. / С В. Симонович [и др.]; под общей редакцией С. В. Симоновича. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2015. – 640 с.
2. Лабораторный практикум по информатике: Учебное пособие для вузов/ В. С. Микшина [и др.]; под ред. В.А. Острейковского. – М., Высш. шк., 2003. – 376 с.
3. Романова, Ю. Д. Информатика и информационные технологии. Конспект лекций : учебное пособие / Ю.Д. Романова, И.Г. Лесничая. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Эксмо, 2009. - 320 с.
4. Алексеев, А. П. Информатика 2015 : учебное пособие/ А. П. Алексеев. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2015. – 400 с.

7 ПОИСК ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРНЕТЕ

7.1 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- приобретение навыков поиска и анализа информации в сети Internet;
- получение начальных сведений о стандартном языке хранения документов HTML;
- приобретение навыков создания простейших гипертекстовых документов.

7.2 Задание на лабораторную работу

Используя поисковые системы www.yandex.ru, www.rambler.ru, www.google.ru, выполните поиск информации по теме, заданной преподавателем.

Проанализируйте найденную информацию. Скомпонуйте из наиболее существенной части целостный гипертекстовый документ. Не считая рисунков, вся информация должна храниться в нескольких (не менее пяти) файлах, содержащих взаимные ссылки.

Таблица 7.1 - Варианты заданий

Номер варианта	Тема
1	Биография и научная деятельность Конрада Цузе
2	Биография и научная деятельность Чарльза Бэббиджа
3	Биография и научная деятельность Джона фон Неймана
4	Биография и научная деятельность Никлауса Вирта
5	Биография и научная деятельность Сергея Алексеевича Лебедева
6	Биография и научная деятельность Германа Холлерита
7	Первые механические счетные устройства
8	История создания первых ЭВМ
9	Первое поколение ЭВМ
10	Второе поколение ЭВМ
11	Третье поколение ЭВМ
12	Четвертое поколение ЭВМ
13	История персональных компьютеров
14	Компьютеры на троичной логике
15	Суперкомпьютеры
16	Технологии проводных компьютерных сетей
17	Технологии беспроводной связи
18	Устройства хранения информации на электронных носителях
19	Оптические носители информации
20	Технологии изготовления микросхем
21	Операционные системы семейства Unix
22	Операционные системы фирмы Microsoft
23	Файловые системы

Номер варианта	Тема
24	Антивирусное программное обеспечение
25	Язык программирования Си
26	Язык программирования Pascal
27	Язык программирования FORTRAN
28	Объектно-ориентированные языки программирования
29	Непроцедурные языки программирования
30	Системы автоматизированного проектирования
31	Графические растровые форматы изображений
32	Графические векторные форматы изображений
33	Цифровые форматы хранения видео и аудио данных
34	Методы сортировки данных
35	Методы численного решения уравнений
36	Методы численного интегрирования
37	Методы численной интерполяции
38	Методы численного решения дифференциальных уравнений
39	Методы шифрования информации
40	Методы сжатия информации

7.3 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Проведите поиск информации по заданной теме.
- Используя текстовый редактор, создайте гипертекстовый документ, содержащий наиболее существенную часть найденной информации.
- Проверьте правильность работы гиперссылок.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

7.4 Рекомендуемая литература

1. Информатика. Базовый курс : учебник для вузов. / С В. Симонович [и др.]; под общей редакцией С. В. Симоновича. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2015. – 640 с.
2. Романова, Ю. Д. Информатика и информационные технологии. Конспект лекций : учебное пособие / Ю.Д. Романова, И.Г. Лесничая. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Эксмо, 2009. - 320 с.
3. Алексеев, А. П. Информатика 2015 : учебное пособие/ А. П. Алексеев. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2015. – 400 с.

8 СОЗДАНИЕ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

8.1 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- приобретение навыков создания презентаций;
- выработка умения кратко, четко, технически грамотно изложить содержание работы;
- приобретение навыков публичных выступлений;
- приобретение навыков ведения дискуссий.

8.2 Задание на лабораторную работу

На основе информации, найденной при выполнении предыдущей лабораторной работы, подготовьте доклад. Время доклада 5-10 минут. Доклад должен сопровождаться презентацией, состоящей из не менее 15 слайдов. На первом слайде должны быть указаны тема доклада и фамилия, инициалы и номер учебной группы автора доклада. На последнем слайде должны быть представлены краткие выводы.

При создании слайдов используйте различные виды анимации, цветовые схемы. При необходимости разместите на слайдах рисунки, формулы, диаграммы, звуковое сопровождение, используйте гиперссылки для переходов между слайдами.

8.3 Рекомендуемая литература

1. Информатика. Базовый курс : учебник для вузов. / С В. Симонович [и др.]; под общей редакцией С. В. Симоновича. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2015. – 640 с.
2. Романова, Ю. Д. Информатика и информационные технологии. Конспект лекций : учебное пособие / Ю.Д. Романова, И.Г. Лесничая. - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Эксмо, 2009. - 320 с.
3. Алексеев, А. П. Информатика 2015 : учебное пособие/ А. П. Алексеев. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2015. – 400 с.

9 ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ АЛГОРИТМОВ

9.1 Основные понятия

Программа – это упорядоченная последовательность команд, выполняемых ЭВМ. Алгоритмы простейших программ линейны. Работа такой программы состоит в последовательном выполнении операторов, составляющих ее тело. Схема алгоритма простейшей программы приведена на рисунке 9.1. Как правило, программа выполняет чтение исходных данных (обозначено первым параллелограммом), проводит необходимые вычисления (обозначено прямоугольником) и выводит полученные результаты (обозначено вторым параллелограммом). Основные элементы схемы и их назначения приведены в приложении Б настоящего пособия.

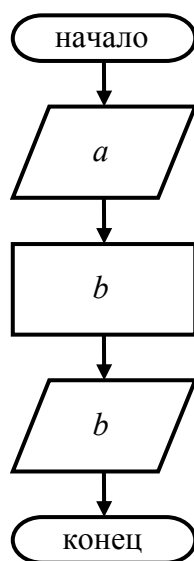


Рис. 9.1 – Схема алгоритма простейшей программы

9.2 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- получения навыков составления программы при реализации линейных алгоритмов;
- получение навыков составления схемы алгоритма программы;
- изучение возможностей среды программирования при компиляции и тестировании программы.

9.3 Задание на лабораторную работу

Для заданного преподавателем варианта задания составьте программу, которая вычисляет значение выражения. Входные данные: x , y – переменные вещественного типа. Все входные данные вводятся с клавиатуры. Выходные данные: z – переменные вещественного типа. Все выходные данные выводятся на экран монитора. Варианты заданий приведены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Варианты заданий

Номер варианта	Выражение	Номер варианта	Выражение
1	$z = \frac{ x + y }{1 + x \cdot y }$	21	$z = \frac{x - y}{1 + x \cdot y }$
2	$z = \frac{ x - y }{1 + x \cdot y }$	22	$z = \frac{ y - x }{1 + x \cdot y }$
3	$z = \frac{1 - x \cdot y }{1 + x - y }$	23	$z = \frac{1 + x \cdot y }{1 + x - y }$
4	$z = \frac{x^2 + y^2 - x \cdot y }{1 + x^2 - y^2 }$	24	$z = \frac{x + y - x \cdot y }{1 + x^3 - y^3 }$
5	$z = \frac{x^2 - y^2}{1 + x \cdot y }$	25	$z = \frac{x - y^3}{1 + x \cdot y }$
6	$z = \frac{x^2 - y^2 + 2 \cdot x \cdot y }{1 + x^2 + y^2}$	26	$z = \frac{x^3 - y + 2 \cdot x \cdot y }{1 + x^2 + y^2}$
7	$z = \frac{\sqrt{ x + y }}{1 + x + y }$	27	$z = \frac{\sqrt{ x^2 + y^3 }}{1 + x + y }$
8	$z = \frac{ x + y }{1 + \sqrt{ x + y }}$	28	$z = \frac{ x - y }{1 + \sqrt{ x + y }}$
9	$z = \frac{\sqrt{1 + x \cdot y }}{1 + \sqrt{ x + y }}$	29	$z = \frac{\sqrt{1 + x \cdot y^2 }}{1 + \sqrt{ x + y }}$
10	$z = \frac{\ln(1 + x + y)}{1 + x + 1 + y - 1 }$	30	$z = \frac{\log_2(1 + x + y)}{1 + x + 1 + y - 1 }$
11	$z = \frac{\ln(1 + x^2 - y^2)}{1 + x - 1 + y + 1 }$	31	$z = \frac{\lg(1 + x^2 - y^2)}{1 + x - 1 + y + 1 }$
12	$z = \frac{\ln(1 + x^2 + y^2)}{1 + x - y }$	32	$z = \frac{\log_2(1 + x^2 + y^2)}{1 + x - y }$
13	$z = \frac{\sin(x + y)}{2 - \cos(x - y)}$	33	$z = \frac{\sin(x - y)}{2 - \cos(x + y)}$
14	$z = \frac{\cos(x - y)}{2 - \sin(x^2 + y^2)}$	34	$z = \frac{\cos(x + y)}{2 - \sin(x^2 - y^2)}$
15	$z = \frac{\cos(x - y) + \cos(x + y)}{1 + \sin(x + y) - \sin(x - y) }$	35	$z = \frac{\cos(x - y) + \cos(x + y)}{1 + \sin(x + y) + \sin(x - y) }$
16	$z = \frac{\lg(1 + x + y)}{1 + x + 1 + y - 1 }$	36	$z = \frac{\log_2(1 + x + y)}{1 + x - 1 + y + 1 }$
17	$z = \frac{\lg(1 + x^2 - y^2)}{1 + x - 1 + y + 1 }$	37	$z = \frac{\log_2(1 + x^2 - y^2)}{1 + x + 1 + y - 1 }$
18	$z = \frac{\lg(1 + x^2 + y^2)}{1 + x - y }$	38	$z = \frac{\log_2(1 + x^2 + y^2)}{1 + x^2 + y^2 }$

Номер варианта	Выражение	Номер варианта	Выражение
19	$z = \frac{\log_{(2+x^2)}(1+y^2)}{\log_{(2+ y)}(1+ x)}$	39	$z = \frac{\log_{(2+y^2)}(1+y^2)}{\log_{(2+ x)}(1+ x)}$
20	$z = (1+x^2) \cdot (1+ y)$	40	$z = (1+ x) \cdot (1+y^2)$

9.4 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее пяти тестов. Результаты тестов занесите в таблицу 9.2.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

Таблица 9.2. - Результаты тестирования программы

Номер теста	Значения входных параметров		Значения выходных параметров	Расчетные значения	Абсолютная погрешность
	x	y	z_{II}	z_P	$ z_{II} - z_P $
1					
2					
3					
4					
5					

Методические указания. Стандартными логарифмическими функциями являются: функция натурального логарифма $\ln x$ и функция десятичного логарифма $\lg x$. Для вычисления логарифма по другому основанию используйте свойство логарифма: $\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$. Если $c = e$, то

$$\log_a b = \frac{\ln b}{\ln a}. \text{ Если } c = 10, \text{ то } \log_a b = \frac{\lg b}{\lg a}.$$

В языке Си для вычисления натурального логарифма $\ln x$ используется функция $\log(x)$, а десятичного логарифма $\lg x - \log_{10}(x)$.

Для вычисления абсолютного значения $|a|$ используйте функции $\text{abs}(a)$ или $\text{fabs}(a)$.

Для вычисления квадрата значения a используйте умножение $a * a$.

Для вычисления квадратного корня значения a используйте стандартную функцию $\text{sqrt}(a)$.

Для вычисления синуса или косинуса значения a используйте стандартные функции $\sin(a)$ или $\cos(a)$.

9.5 Рекомендуемая литература

1. Уинер, Р. Язык Турбо Си/ Р. Уинер, пер. с англ. под ред. В. В. Матекин. – М., Мир, 1991 – 380 с.
2. Поттс, С. Borland C++ в примерах / С. Поттс, Т.С. Монк. перевод с англ. – Мн., ООО «Попурри», 1996, 752 с.
3. Касаткин А.И. Профессиональное программирование на языке Си. В трех томах. / А.И. Касаткин. – Мн.: Выш. Шк., 1993.
4. Уэйт, М. Язык Си. Руководство для начинающих / М. Уэйт, С. Прата, С. Мартин; перевод с английского Л. Н. Горинович, В. С. Явнилович; под ред. Э. А. Трахтенгерца. – М.: Мир, 1989. – 605 с.
5. Рейсдорф, К. Borland C++ Builder. Освой самостоятельно. / К. Рейсдорф, К. Хендерсон, пер. с англ. – М., «Издательство БИНОМ», 1998. – 704 с.
6. Зуев, Е.А. Программирование на языке Турбо-Паскаль 6.0., 7.0 / Е. А. Зуев – М.: Веста, Радио и связь, 1993. – 384 с.
7. Фаронов, В.В. Turbo Pascal : учебное пособие для вузов / В. В. Фаронов. – СПб.: ПИТЕР, 2012. – 367 с.

10 ПРОГРАММИРОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЕТВЛЕНИЯ

10.1 Основные понятия

Особенностью программ, реализующих алгоритмы ветвления, является наличие, как минимум, одного условного оператора. Работа такой программы на определенном этапе состоит из выполнения разных операторов в зависимости от результата выполнения некоторого условия. Схема алгоритма простейшей программы, реализующей ветвление, приведена на рисунке 10.1. После чтения данных (переменные a и b) проверяется условие $a > b$. В том случае, если оно истинно, переменной c присваивается значение a . В противном случае переменной c присваивается значение b .

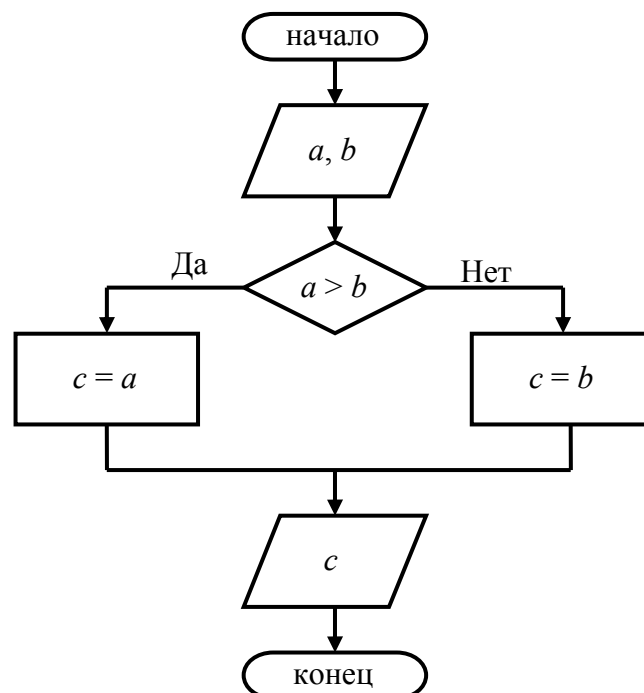


Рис. 10.1 – Схема алгоритма программы, реализующей ветвление

10.2 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- получения навыков составления программы при реализации алгоритмов с ветвлениями;
- изучение возможностей среды программирования при компиляции и тестировании программы.

10.3 Задание на лабораторную работу

Для заданного преподавателем варианта задания составьте программу, которая вычисляет значение выражения. Входные данные: x , y – переменные вещественного типа. Все входные данные вводятся с клавиатуры. Выходным данным является z – переменная вещественного типа, значение которой выводится на экран монитора. Варианты заданий приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1. - Варианты заданий

<p>Вариант 1</p> $z = \begin{cases} \sqrt[3]{x^2 - y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_5(x+y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 2</p> $z = \begin{cases} \sqrt[5]{x^2 + y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_7(x+y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 3</p> $z = \begin{cases} \sqrt[5]{x^3 + y^4} & \text{при } x \leq 0 \\ \arctg(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+1}(x+y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 4</p> $z = \begin{cases} \sqrt[7]{x^4 + y^5} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x-y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{3x+1}(3x+y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 5</p> $z = \begin{cases} \sqrt[9]{x^2 + y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{4x+1}(3x- y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 6</p> $z = \begin{cases} \sqrt[3]{x^3 + y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{5x+1}(5x- 3y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 7</p> $z = \begin{cases} \sqrt[3]{x^4 + y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arctg(x-y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_2(3x- 2y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 8</p> $z = \begin{cases} \sqrt[5]{2x^2 + y^5} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x+y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_7(4x+3y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 9</p> $z = \begin{cases} \sqrt[7]{3x^2 + y^5} & \text{при } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +1}(4x- 3y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 10</p> $z = \begin{cases} \sqrt[9]{2x^3 + 4y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+ y +1}(x+ y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 11</p> $z = \begin{cases} \sqrt[9]{x^5 + y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arctg(x+y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_3(4x+ y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 12</p> $z = \begin{cases} \sqrt[7]{3x^3 + y^4} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x+y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_5(4x+y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 13</p> $z = \begin{cases} \sqrt[5]{5x^2 + y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +1}(3x- y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 14</p> $z = \begin{cases} \sqrt[3]{3x^3 + y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+ y +1}(x+ 3y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 15</p> $z = \begin{cases} \sqrt[9]{x^5 + y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arctg(x \cdot y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_3(4x+ y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 16</p> $z = \begin{cases} \sqrt[11]{5x^4 + y^5} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x \cdot y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_5(2x+y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$

<p>Вариант 17</p> $z = \begin{cases} \sqrt[11]{9x^2 + 3y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+1}(6x + y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 18</p> $z = \begin{cases} \sqrt[5]{2x^4 + y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +1}(x + x \cdot y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 19</p> $z = \begin{cases} \sqrt[7]{3x^5 + y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x \cdot y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_4(5x - y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 20</p> $z = \begin{cases} \sqrt[3]{8x^2 + 4y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x \cdot y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_8(4x - y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 21</p> $z = \begin{cases} \sqrt[5]{x^3 + y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_2(2x + y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 22</p> $z = \begin{cases} \sqrt[7]{x^2 - y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_3(3x + y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 23</p> $z = \begin{cases} \sqrt[3]{2x^3 + y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{2x+1}(3x + 2y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 24</p> $z = \begin{cases} \sqrt[5]{4x^2 - y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x - y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+1}(4x + 2y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 25</p> $z = \begin{cases} \sqrt[7]{5x^2 - y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+1}(2x + y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 26</p> $z = \begin{cases} \sqrt[3]{2x^3 - 3y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{3x+1}(3x + 5y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 27</p> $z = \begin{cases} \sqrt[5]{4x^2 + y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x - y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_3(5x - 3y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 28</p> $z = \begin{cases} \sqrt[7]{3x^3 - 5y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x + y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_5(5x + 2y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 29</p> $z = \begin{cases} \sqrt[3]{4x^2 + 3y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+ y +1}(2x + 3y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 30</p> $z = \begin{cases} \sqrt[5]{6x^2 - y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +2}(x - y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 31</p> $z = \begin{cases} \sqrt[7]{6x^3 - 2y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x + y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_3(4x - y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 32</p> $z = \begin{cases} \sqrt[3]{3x^3 - y^4} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x + y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_5(7x - y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$

<p>Вариант 33</p> $z = \begin{cases} \sqrt[5]{4x^2 - y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +3}(5x + y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 34</p> $z = \begin{cases} \sqrt[7]{7x^3 + y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+ y +3}(2x + y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 35</p> $z = \begin{cases} \sqrt[9]{x^4 - y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arctg(x \cdot y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_3(7x - y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 36</p> $z = \begin{cases} \sqrt[3]{11x^2 + y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x \cdot y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_5(3x + 2y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 37</p> $z = \begin{cases} \sqrt[11]{8x^2 + 3y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arcsin(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x+1}(6x - y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 38</p> $z = \begin{cases} \sqrt[5]{2x^2 - y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \arccos(x/y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_{x- y +3}(x + x \cdot y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$
<p>Вариант 39</p> $z = \begin{cases} \sqrt[7]{5x^3 + 2y^2} & \text{при } x \leq 0 \\ \arctg(x \cdot y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_4(11x - y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$	<p>Вариант 40</p> $z = \begin{cases} \sqrt[3]{27x^2 + 9y^3} & \text{при } x \leq 0 \\ \operatorname{arctg}(x \cdot y) & \text{при } x > 0, y \geq x \\ \log_8(6x - 3y) & \text{при } x > 0, y < x \end{cases}$

10.4 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее десяти тестов. Результаты тестов занесите в таблицу 10.2.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

Таблица 10.2. - Результаты тестирования программы

Номер теста	Значения входных параметров		Значения выходных параметров	Расчетные значения	Абсолютная погрешность
	x	y	z_{Π}	z_P	$ z_{\Pi} - z_P $
1					
\vdots					
10					

Методические указания. Извлечение корня является частным случаем возведения аргумента в степень, которая не является целым числом. Реализация операции возведение числа a в степень b основано на тождестве $x = e^{\ln x}$. То есть $a^b = e^{\ln a^b}$. Используя свойство логарифмов $\ln a^b = b \ln a$, получим соотношение, по которому выполняется данная операция: $a^b = e^{b \ln a}$.

10.5 Рекомендуемая литература

1. Уинер, Р. Язык Турбо Си/ Р. Уинер, пер. с англ. под ред. В. В. Матекин. – М., Мир, 1991 – 380 с.
2. Поттс, С. Borland C++ в примерах / С. Поттс, Т.С. Монк. перевод с англ. – Мн., ООО «Попурри», 1996, 752 с.
3. Касаткин А.И. Профессиональное программирование на языке Си. В трех томах. / А.И. Касаткин. – Мн.: Выш. Шк., 1993.
4. Уэйт, М. Язык Си. Руководство для начинающих / М. Уэйт, С. Прата, С. Мартин; перевод с английского Л. Н. Горинович, В. С. Явнилович; под ред. Э. А. Трахтенгерца. – М.: Мир, 1989. – 605 с.
5. Рейсдорф, К. Borland C++ Builder. Освой самостоятельно. / К. Рейсдорф, К. Хендерсон, пер. с англ. – М., «Издательство БИНОМ», 1998. – 704 с.
6. Зуев, Е.А. Программирование на языке Турбо-Паскаль 6.0., 7.0 / Е. А. Зуев – М.: Веста, Радио и связь, 1993. – 384 с.
7. Фаронов, В.В. Turbo Pascal : учебное пособие для вузов / В. В. Фаронов. – СПб.: ПИТЕР, 2012. – 367 с.

11 ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

11.1 Основные понятия

Особенностью программ, реализующих циклические алгоритмы, является наличие, как минимум, одного места, в котором повторяются одни и те же действия в зависимости от результата выполнения некоторого условия. Схема алгоритма программы, реализующей циклический алгоритм для вычисления суммы первых n натуральных чисел, приведена на рисунке 11.1. После чтения значения n переменной s присваивается нулевое значение, переменной цикла i присваивается начальное значение $i = n$. Затем проверяется условие $i > 0$. В том случае, если оно истинно, к значению s добавляется i . После чего значение i уменьшается на 1. В противном случае выполнение цикла заканчивается, и значение s выводится на экран.

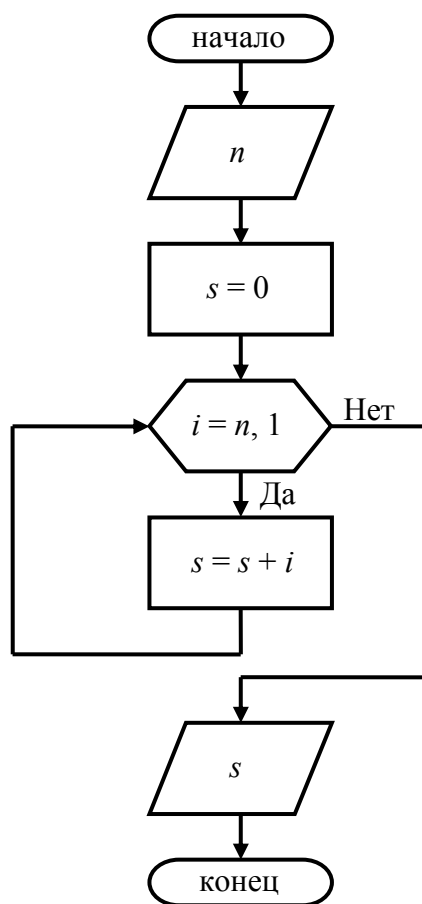


Рис. 11.1 – Схема алгоритма программы, реализующей цикл

11.2 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- получения навыков составления программы при реализации циклических алгоритмов;
- изучение возможностей среды программирования при компиляции и тестировании программы.

11.3 Задание на лабораторную работу

Дана функция $f(x)$ и ее разложение в бесконечный ряд $r(x)$. Для заданного преподавателем варианта задания, приведенных в таблице 11.1, составьте программу, которая вычисляет значение функции $f(x)$, значения n -го слагаемого Q и суммы S первых n слагаемых последовательности $r(x)$. Входные данные: количество слагаемых ряда n – переменная целочисленного типа ($0 < n < 10000$), параметры последовательности a , x – переменные вещественного типа. Все входные данные вводятся с клавиатуры. Выходные данные: значение функции $f(x)$, Q , S – переменные вещественного типа. Все выходные данные выводятся на экран монитора.

Методические указания. При выполнении задания применяйте рекуррентные вычисления, смысл которых состоит в том, что каждое последующее слагаемое последовательности Q_i находится через значения предыдущих членов последовательности Q_{i-1}, Q_{i-2}, \dots и номер члена последовательности i .

Таблица 11.1 - Варианты заданий

Номер варианта	Функция $f(x)$	Последовательность $r(x)$	Примечание
1	$\ln(1+x)$	$x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^6}{6} + \dots$	$-1 < x \leq 1$
2	e^x	$1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6} + \frac{x^4}{24} + \frac{x^5}{120} + \frac{x^6}{720} + \dots$	
3	$\sin x$	$x - \frac{x^3}{6} + \frac{x^5}{120} - \frac{x^7}{5040} + \frac{x^9}{362880} - \dots$	
4	$x \cdot \cos 3x$	$x - \frac{9 \cdot x^3}{2} + \frac{27 \cdot x^5}{8} - \frac{81 \cdot x^7}{80} + \frac{729 \cdot x^9}{4480} - \dots$	
5	$\cos x$	$1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} - \frac{x^6}{720} + \frac{x^8}{40320} - \dots$	
6	$\frac{1}{x+3}$	$\frac{1}{3} - \frac{x}{9} + \frac{x^2}{27} - \frac{x^3}{81} + \frac{x^4}{243} - \frac{x^5}{729} + \frac{x^6}{2187} - \dots$	$-3 < x \leq 1$
7	$\frac{\ln(1+x)}{x}$	$1 - \frac{x}{2} + \frac{x^2}{3} - \frac{x^3}{4} + \frac{x^4}{5} - \frac{x^5}{6} + \dots$	$-1 \leq x \leq 1$
8	$\arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{1+x^2}}\right)$	$\frac{\pi}{2} - x + \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} - \frac{x^9}{9} + \dots$	$-1 \leq x \leq 1$
9	$\ln(1-x^2)$	$-x^2 - \frac{x^4}{2} - \frac{x^6}{3} - \frac{x^8}{4} - \frac{x^{10}}{5} - \frac{x^{12}}{6} + \dots$	$-1 \leq x \leq 1$
10	e^{-x}	$1 - x + \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{6} + \frac{x^4}{24} - \frac{x^5}{120} + \frac{x^6}{720} - \dots$	

Номер варианта	Функция $f(x)$	Последовательность $r(x)$	Примечание
11	x^x	$1 + x \cdot \ln x + \frac{(x \cdot \ln x)^2}{2} + \frac{(x \cdot \ln x)^3}{6} +$ $+\frac{(x \cdot \ln x)^4}{24} + \frac{(x \cdot \ln x)^5}{120} + \frac{(x \cdot \ln x)^6}{720} + \dots$	$-1 \leq x \leq 1$
12	$\sinh x$	$x + \frac{x^3}{6} + \frac{x^5}{120} + \frac{x^7}{5040} + \frac{x^9}{362880} \dots$	
13	$\frac{1 - \cos x}{x}$	$\frac{x}{2} - \frac{x^3}{24} + \frac{x^5}{720} - \frac{x^7}{40320} + \dots$	
14	$\frac{1-x}{2+x}$	$\frac{1}{2} - \frac{3 \cdot x}{4} + \frac{3 \cdot x^2}{8} - \frac{3 \cdot x^3}{16} + \frac{3 \cdot x^4}{32} - \dots$	$-1 \leq x \leq 1$
15	$\operatorname{arctg}(x)$	$x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \frac{x^9}{9} - \frac{x^{11}}{11} + \dots$	$-1 \leq x \leq 1$
16	$\frac{\sin x}{x}$	$1 - \frac{x^2}{6} + \frac{x^4}{120} - \frac{x^6}{5040} + \frac{x^8}{362880} - \dots$	
17	$\cosh x$	$1 + \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24} + \frac{x^6}{720} + \frac{x^8}{40320} - \dots$	
18	$\frac{x}{1+x}$	$x - x^2 + x^3 - x^4 + x^5 - \dots$	$-1 < x < 1$
19	$\frac{1}{(1+x)^2}$	$1 - 2x + 3x^2 - 4x^3 + 5x^4 - 6x^5 + \dots$	$-1 < x < 1$
20	$\frac{1}{\left(1 + \frac{1}{x}\right)^2}$	$x^2 - 2x^3 + 3x^4 - 4x^5 + 5x^6 - \dots$	$-1 < x \leq 1,$ $x \neq 0$
21	$\ln(1-x)$	$-x - \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} - \frac{x^5}{5} - \frac{x^6}{6} - \dots$	$-1 < x < 1$
22	$\frac{x}{2-x}$	$\frac{x}{2} + \frac{x^2}{4} + \frac{x^3}{8} + \frac{x^4}{16} + \frac{x^5}{32} + \frac{x^6}{64} - \dots$	$0 \leq x < 2$
23	$x \cdot \sin 3x$	$3 \cdot x^2 - \frac{9 \cdot x^4}{2} + \frac{81 \cdot x^6}{40} - \frac{243 \cdot x^8}{560} + \frac{243 \cdot x^{10}}{4480} - \dots$	
24	$\frac{\operatorname{arctg}(x)}{x}$	$1 - \frac{x^2}{3} + \frac{x^4}{5} - \frac{x^6}{7} + \frac{x^8}{9} - \frac{x^{10}}{11} + \dots$	$-1 < x < 1$
25	$\ln(1+x^2)$	$x^2 - \frac{x^4}{2} + \frac{x^6}{3} - \frac{x^8}{4} + \frac{x^{10}}{5} - \frac{x^{12}}{6} + \dots$	$-1 \leq x \leq 1$
26	$\sin^2 x$	$\frac{2 \cdot x^2}{2} - \frac{2^3 \cdot x^4}{24} + \frac{2^5 \cdot x^6}{720} - \frac{2^7 \cdot x^8}{40320} - \dots$	
27	$\cos^2 x$	$1 - \frac{2 \cdot x^2}{2} + \frac{2^3 \cdot x^4}{24} - \frac{2^5 \cdot x^6}{720} + \frac{2^7 \cdot x^8}{40320} - \dots$	
28	$\frac{1 - e^{-x}}{x}$	$1 - \frac{x}{2} + \frac{x^2}{6} - \frac{x^3}{24} + \frac{x^4}{120} - \frac{x^5}{720} + \dots$	
29	$\frac{1 - e^{-x^2}}{x}$	$x - \frac{x^3}{2} + \frac{x^5}{6} - \frac{x^7}{24} + \frac{x^9}{120} - \frac{x^{11}}{720} + \dots$	

Номер варианта	Функция $f(x)$	Последовательность $r(x)$	Примечание
30	$\operatorname{arth}(x)$	$x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \frac{x^9}{9} + \frac{x^{11}}{11} + \dots$	$-1 \leq x \leq 1$
31	$\frac{1}{a+x}$	$\frac{1}{a} - \frac{x}{a^2} + \frac{x^2}{a^3} - \frac{x^3}{a^4} + \frac{x^4}{a^5} - \frac{x^5}{a^6} + \dots$	$ x < a $
32	$(1+x)^a$	$1 + x \cdot a + \frac{x^2}{2} \cdot a \cdot (a-1) + \frac{x^3}{6} \cdot a \cdot (a-1) \cdot (a-2) +$ $+ \frac{x^4}{24} \cdot a \cdot (a-1) \cdot (a-2) \cdot (a-3) + \dots$	
33	$\sqrt{1+x^2}$	$1 + \frac{x^2}{2} - \frac{x^4}{8} + \frac{x^6}{16} - \frac{5 \cdot x^8}{128} + \dots$	
34	$\arcsin x$	$x + \frac{x^3}{6} + \frac{3 \cdot x^5}{40} + \frac{5 \cdot x^7}{112} + \frac{35 \cdot x^9}{288} + \dots$	$-1 \leq x \leq 1$
35	$\frac{1}{1+a^2 \cdot x}$	$1 - a^2 \cdot x + a^4 \cdot x^2 - a^6 \cdot x^3 + a^8 \cdot x^4 - a^{10} \cdot x^5 + \dots$	
36	$\sqrt{1+x}$	$1 + \frac{x}{2} - \frac{x^2}{8} + \frac{x^3}{16} - \frac{5 \cdot x^4}{128} + \dots$	
37	x^{-x}	$1 - x \cdot \ln x + \frac{(x \cdot \ln x)^2}{2} - \frac{(x \cdot \ln x)^3}{6} +$ $+ \frac{(x \cdot \ln x)^4}{24} - \frac{(x \cdot \ln x)^5}{120} + \frac{(x \cdot \ln x)^6}{720} - \dots$	$0 < x < 10$
38	$\ln(x+a)$	$\ln(a) + \frac{x}{a} - \frac{x^2}{2 \cdot a^2} + \frac{x^3}{3 \cdot a^3} - \frac{x^4}{4 \cdot a^4} +$ $+ \frac{x^5}{5 \cdot a^5} - \frac{x^6}{6 \cdot a^6} + \dots$	$a > 0,$ $x+a > 0,$ $ x < a $
39	$\cos(x+a)$	$\cos(a) - x \cdot \sin(a) - \frac{x^2 \cdot \cos(a)}{2} + \frac{x^3 \cdot \sin(a)}{6} +$ $+ \frac{x^4 \cdot \cos(a)}{24} - \frac{x^5 \cdot \sin(a)}{120} - \frac{x^6 \cdot \cos(a)}{720} + \frac{x^7 \cdot \sin(a)}{5040} \dots$	
40	$\sin(x+a)$	$\sin(a) + x \cdot \cos(a) - \frac{x^2 \cdot \sin(a)}{2} - \frac{x^3 \cdot \cos(a)}{6} +$ $+ \frac{x^4 \cdot \sin(a)}{24} + \frac{x^5 \cdot \cos(a)}{120} - \frac{x^6 \cdot \sin(a)}{720} - \frac{x^7 \cdot \cos(a)}{5040} \dots$	

11.4 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.

- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее десяти тестов. Результаты тестов занесите в таблицу 11.2.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

Таблица 11.2. - Результаты тестирования программы

Номер теста	Значения входных параметров		Значения выходных параметров	Расчетные значения	Абсолютная погрешность
	n	x, a	$f(x), Q_{II}, S_{II}$	$f(x), Q_P, S_P$	$ Q_{II} - Q_P , S_{II} - S_P $
1					
⋮					
10					

11.5 Рекомендуемая литература

1. Уинер, Р. Язык Турбо Си/ Р. Уинер, пер. с англ. под ред. В. В. Матекин. – М., Мир, 1991 – 380 с.
2. Поттс, С. Borland C++ в примерах / С. Поттс, Т.С. Монк. перевод с англ. – Мн., ООО «Попурри», 1996, 752 с.
3. Касаткин А.И. Профессиональное программирование на языке Си. В трех томах. / А.И. Касаткин. – Мн.: Выш. Шк., 1993.
4. Уэйт, М. Язык Си. Руководство для начинающих / М. Уэйт, С. Прата, С. Мартин; перевод с английского Л. Н. Горинович, В. С. Явнилович; под ред. Э. А. Трахтенгерца. – М.: Мир, 1989. – 605 с.
5. Рейсдорф, К. Borland C++ Builder. Освой самостоятельно. / К. Рейсдорф, К. Хендерсон, пер. с англ. – М., «Издательство БИНОМ», 1998. – 704 с.
6. Зуев, Е.А. Программирование на языке Турбо-Паскаль 6.0., 7.0 / Е. А. Зуев – М.: Веста, Радио и связь, 1993. – 384 с.

12 ОДНОМЕРНЫЕ МАССИВЫ

Массив – это совокупность расположенных вплотную друг за другом в памяти элементов одного и того же типа. Доступ к отдельным элементам массива осуществляется по имени массива и индексу (порядковому номеру) элемента. Размерность массива – это число индексов, используемых для ссылки на конкретный элемент массива. Массив с числом индексов равным одному называется одномерным массивом.

12.1 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- получения навыков составления программы при создании и использовании одномерных массивов;
- изучение возможностей среды программирования при компиляции и тестировании программы.

12.2 Задание на лабораторную работу

1. Составьте программу, которая для заданной выборки $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ вычисляет значения средних величин:

$$\text{среднее арифметическое } S_1 = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n},$$

$$\text{среднее геометрическое } S_2 = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n},$$

$$\text{среднее гармоническое } S_3 = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3} + \dots + \frac{1}{x_n}},$$

$$\text{среднее квадратичное } S_4 = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2}{n}}.$$

2. Для заданного преподавателем варианта задания найдите требуемые значения.

Входные данные по выбору пользователя вводятся с клавиатуры или генерируются с помощью датчика случайных чисел. Входными данными являются:

- при вводе с клавиатуры
 - количество элементов выборки n – переменная целого типа ($0 < n < 100$),
 - элементы выборки $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – переменные вещественного типа;
- при использовании датчика случайных чисел
 - количество элементов выборки n – переменная целого типа ($0 < n < 100$),

- минимальная и максимальная границы значений элементов выборки X_{\min} , X_{\max} – переменные вещественного типа.

Выходные данные: значения средних величин S_1, S_2, S_3, S_4 – переменные вещественного типа, значения выходных параметров в соответствии с выданным вариантом задания. Все выходные данные выводятся на экран монитора. Варианты заданий приведены в таблице 12.1.

Таблица 12.1 - Варианты заданий

Номер варианта	Выходные величины
1	Количество элементов выборки, значения которых больше среднего арифметического.
2	Количество элементов выборки, значения которых больше среднего геометрического.
3	Количество элементов выборки, значения которых больше среднего гармонического.
4	Количество элементов выборки, значения которых больше среднего квадратичного.
5	Количество отрицательных элементов выборки.
6	Количество положительных элементов выборки.
7	Количество нулевых элементов выборки.
8	Номера и значение максимального отрицательного элементов выборки.
9	Номера и значение минимального положительного элементов выборки.
10	Сумму порядковых номеров отрицательных элементов выборки.
11	Сумму порядковых номеров положительных элементов выборки.
12	Сумму значений положительных элементов выборки, имеющих нечетные порядковые номера.
13	Сумму значений отрицательных элементов выборки, имеющих четные порядковые номера.
14	Сумму значений положительных элементов выборки, имеющих четные порядковые номера.
15	Сумму значений отрицательных элементов выборки, имеющих нечетные порядковые номера.
16	Сумму значений положительных и отрицательных элементов выборки, имеющих нечетные номера.
17	Сумму значений положительных и отрицательных элементов выборки, имеющих четные номера.
18	Сумму порядковых номеров положительных элементов выборки, имеющих нечетные порядковые номера.
19	Сумму порядковых номеров отрицательных элементов выборки, имеющих четные порядковые номера.

Номер варианта	Выходные величины
20	Сумму порядковых номеров положительных элементов выборки, имеющих четные порядковые номера.
21	Сумму порядковых номеров отрицательных элементов выборки, имеющих нечетные порядковые номера.
22	Сумму порядковых номеров положительных и отрицательных элементов выборки, имеющих нечетные номера.
23	Сумму порядковых номеров положительных и отрицательных элементов выборки, имеющих четные номера.
24	Сумму порядковых номеров элементов выборки, значения которых меньше среднего квадратичного и больше среднего арифметического.
25	Сумму порядковых номеров элементов выборки, значения которых меньше среднего квадратичного и больше среднего геометрического.
26	Сумму порядковых номеров элементов выборки, значения которых меньше среднего квадратичного и больше среднего гармонического.
27	Сумму порядковых номеров элементов выборки, значения которых меньше среднего арифметического и больше среднего геометрического.
28	Сумму порядковых номеров элементов выборки, значения которых меньше среднего арифметического и больше среднего гармонического.
29	Сумму порядковых номеров элементов выборки, значения которых меньше среднего геометрического и больше среднего гармонического.
30	Номера и значение минимального отрицательного элементов выборки.
31	Номера и значение максимального положительного элементов выборки.
32	Сумму значений элементов выборки, значения которых меньше среднего квадратичного и больше среднего арифметического.
33	Сумму значений элементов выборки, значения которых меньше среднего квадратичного и больше среднего геометрического.
34	Сумму значений элементов выборки, значения которых меньше среднего квадратичного и больше среднего гармонического.
35	Сумму значений элементов выборки, значения которых меньше среднего арифметического и больше среднего геометрического.
36	Сумму значений элементов выборки, значения которых меньше среднего арифметического и больше среднего гармонического.
37	Сумму значений элементов выборки, значения которых меньше среднего геометрического и больше среднего гармонического.

Номер варианта	Выходные величины
38	Порядковые номера элементов выборки, значения которых меньше среднего арифметического.
39	Порядковые номера элементов выборки, значения которых меньше среднего геометрического.
40	Порядковые номера элементов выборки, значения которых больше среднего гармонического.

12.3 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее пятнадцати тестов.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

12.4 Рекомендуемая литература

1. Уинер, Р. Язык Турбо Си/ Р. Уинер, пер. с англ. под ред. В. В. Матекин. – М., Мир, 1991 – 380 с.
2. Поттс, С. Borland C++ в примерах / С. Поттс, Т.С. Монк. перевод с англ. – Мн., ООО «Попурри», 1996, 752 с.
3. Касаткин А.И. Профессиональное программирование на языке Си. В трех томах. / А.И. Касаткин. – Мн.: Выш. Шк., 1993.
4. Уэйт, М. Язык Си. Руководство для начинающих / М. Уэйт, С. Прата, С. Мартин; перевод с английского Л. Н. Горинович, В. С. Явнилович; под ред. Э. А. Трахтенгерца. – М.: Мир, 1989. – 605 с.
5. Рейсдорф, К. Borland C++ Builder. Освой самостоятельно. / К. Рейсдорф, К. Хендерсон, пер. с англ. – М., «Издательство БИНОМ», 1998. – 704 с.
6. Зуев, Е.А. Программирование на языке Турбо-Паскаль 6.0., 7.0 / Е. А. Зуев – М.: Веста, Радио и связь, 1993. – 384 с.

13 ДВУМЕРНЫЕ МАССИВЫ

13.1 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- получения навыков составления программы при создании и использовании двумерных массивов;
- обнаружение и исправление ошибок при работе с двумерными массивами;
- изучение возможностей среды программирования при компиляции и тестировании программы.

13.2 Задание на лабораторную работу

Для заданного преподавателем варианта задания составьте программу, которая выводит на экран квадратную матрицу A размером $n \times n$. Входные данные: n – порядок матрицы. Значение n вводится с клавиатуры, является нечетным целым числом в диапазоне $2 < n < 24$. Выходные данные: матрица A – двумерный целочисленный массив. Значения элементов матрицы A выводятся на экран монитора с выравниванием столбцов по младшему разряду выводимых чисел.

Примеры выходных данных при $n = 7$ приведены в таблице 13.1.

Таблица 13.1 - Варианты заданий

Вариант 1							Вариант 2							Вариант 3						
1	2	3	4	5	6	7	4	5	6	7	8	9	10	7	8	9	10	11	12	1
0	12	13	14	15	8	0	0	3	14	15	16	11	0	0	6	15	16	13	2	0
0	0	11	16	9	0	0	0	0	2	13	12	0	0	0	0	5	14	3	0	0
0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Вариант 4							Вариант 5							Вариант 6						
1	12	11	10	9	8	7	10	9	8	7	6	5	4	7	6	5	4	3	2	1
0	2	13	16	15	6	0	0	11	16	15	14	3	0	0	8	15	14	13	12	0
0	0	3	14	5	0	0	0	0	12	13	2	0	0	0	0	9	16	11	0	0
0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<p>Вариант 7</p> <p>0 0 0 0 0 0 1</p> <p>0 0 0 0 0 12 2</p> <p>0 0 0 0 11 13 3</p> <p>0 0 0 10 16 14 4</p> <p>0 0 0 0 9 15 5</p> <p>0 0 0 0 0 8 6</p> <p>0 0 0 0 0 0 7</p>	<p>Вариант 8</p> <p>0 0 0 0 0 0 7</p> <p>0 0 0 0 0 6 8</p> <p>0 0 0 0 5 15 9</p> <p>0 0 0 4 14 16 10</p> <p>0 0 0 0 3 13 11</p> <p>0 0 0 0 0 2 12</p> <p>0 0 0 0 0 0 1</p>	<p>Вариант 9</p> <p>0 0 0 0 0 0 4</p> <p>0 0 0 0 0 3 5</p> <p>0 0 0 0 2 14 6</p> <p>0 0 0 1 13 15 7</p> <p>0 0 0 0 12 16 8</p> <p>0 0 0 0 0 11 9</p> <p>0 0 0 0 0 0 10</p>
<p>Вариант 10</p> <p>0 0 0 0 0 0 1</p> <p>0 0 0 0 0 2 12</p> <p>0 0 0 0 3 13 11</p> <p>0 0 0 4 14 16 10</p> <p>0 0 0 0 5 15 9</p> <p>0 0 0 0 0 6 8</p> <p>0 0 0 0 0 0 7</p>	<p>Вариант 11</p> <p>0 0 0 0 0 0 10</p> <p>0 0 0 0 0 11 9</p> <p>0 0 0 0 12 16 8</p> <p>0 0 0 1 13 15 7</p> <p>0 0 0 0 2 14 6</p> <p>0 0 0 0 0 3 5</p> <p>0 0 0 0 0 0 4</p>	<p>Вариант 12</p> <p>0 0 0 0 0 0 7</p> <p>0 0 0 0 0 8 6</p> <p>0 0 0 0 9 15 5</p> <p>0 0 0 10 16 14 4</p> <p>0 0 0 0 11 13 3</p> <p>0 0 0 0 0 12 2</p> <p>0 0 0 0 0 0 1</p>
<p>Вариант 13</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 10 0 0 0</p> <p>0 0 9 16 11 0 0</p> <p>0 8 15 14 13 12 0</p> <p>7 6 5 4 3 2 1</p>	<p>Вариант 14</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 4 0 0 0</p> <p>0 0 3 14 5 0 0</p> <p>0 2 13 16 15 6 0</p> <p>1 12 11 10 9 8 7</p>	<p>Вариант 15</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 1 0 0 0</p> <p>0 0 12 13 2 0 0</p> <p>0 11 16 15 14 3 0</p> <p>10 9 8 7 6 5 4</p>
<p>Вариант 16</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 4 0 0 0</p> <p>0 0 5 14 3 0 0</p> <p>0 6 15 16 13 2 0</p> <p>7 8 9 10 11 12 1</p>	<p>Вариант 17</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 1 0 0 0</p> <p>0 0 2 13 12 0 0</p> <p>0 3 14 15 16 11 0</p> <p>4 5 6 7 8 9 10</p>	<p>Вариант 18</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 0 0 0 0</p> <p>0 0 0 10 0 0 0</p> <p>0 0 11 16 9 0 0</p> <p>0 12 13 14 15 8 0</p> <p>1 2 3 4 5 6 7</p>
<p>Вариант 19</p> <p>7 0 0 0 0 0 0</p> <p>6 8 0 0 0 0 0</p> <p>5 15 9 0 0 0 0</p> <p>4 14 16 10 0 0 0</p> <p>3 13 11 0 0 0 0</p> <p>2 12 0 0 0 0 0</p> <p>1 0 0 0 0 0 0</p>	<p>Вариант 20</p> <p>1 0 0 0 0 0 0</p> <p>12 2 0 0 0 0 0</p> <p>11 13 3 0 0 0 0</p> <p>10 16 14 4 0 0 0</p> <p>9 15 5 0 0 0 0</p> <p>8 6 0 0 0 0 0</p> <p>7 0 0 0 0 0 0</p>	<p>Вариант 21</p> <p>10 0 0 0 0 0 0</p> <p>9 11 0 0 0 0 0</p> <p>8 16 12 0 0 0 0</p> <p>7 15 13 1 0 0 0</p> <p>6 14 2 0 0 0 0</p> <p>5 3 0 0 0 0 0</p> <p>4 0 0 0 0 0 0</p>

<p>Вариант 22</p> <p>7 0 0 0 0 0 0</p> <p>8 6 0 0 0 0 0</p> <p>9 15 5 0 0 0 0</p> <p>10 16 14 4 0 0 0</p> <p>11 13 3 0 0 0 0</p> <p>12 2 0 0 0 0 0</p> <p>1 0 0 0 0 0 0</p>	<p>Вариант 23</p> <p>4 0 0 0 0 0 0</p> <p>5 3 0 0 0 0 0</p> <p>6 14 2 0 0 0 0</p> <p>7 15 13 1 0 0 0</p> <p>8 16 12 0 0 0 0</p> <p>9 11 0 0 0 0 0</p> <p>10 0 0 0 0 0 0 0</p>	<p>Вариант 24</p> <p>1 0 0 0 0 0 0</p> <p>2 12 0 0 0 0 0</p> <p>3 13 11 0 0 0 0</p> <p>4 14 16 10 0 0 0</p> <p>5 15 9 0 0 0 0</p> <p>6 8 0 0 0 0 0</p> <p>7 0 0 0 0 0 0</p>
<p>Вариант 25</p> <p>1 2 3 4 5 6 7</p> <p>0 18 19 20 21 22 8</p> <p>0 0 17 27 28 23 9</p> <p>0 0 0 16 26 24 10</p> <p>0 0 0 0 15 25 11</p> <p>0 0 0 0 0 14 12</p> <p>0 0 0 0 0 0 13</p>	<p>Вариант 26</p> <p>13 14 15 16 17 18 1</p> <p>0 12 25 26 27 19 2</p> <p>0 0 11 24 28 20 3</p> <p>0 0 0 10 23 21 4</p> <p>0 0 0 0 9 22 5</p> <p>0 0 0 0 0 8 6</p> <p>0 0 0 0 0 0 7</p>	<p>Вариант 27</p> <p>7 8 9 10 11 12 13</p> <p>0 6 22 23 24 25 14</p> <p>0 0 5 21 28 26 15</p> <p>0 0 0 4 20 27 16</p> <p>0 0 0 0 3 19 17</p> <p>0 0 0 0 0 2 18</p> <p>0 0 0 0 0 0 1</p>
<p>Вариант 28</p> <p>1 18 17 16 15 14 13</p> <p>0 2 19 27 26 25 12</p> <p>0 0 3 20 28 24 11</p> <p>0 0 0 4 21 23 10</p> <p>0 0 0 0 5 22 9</p> <p>0 0 0 0 0 6 8</p> <p>0 0 0 0 0 0 7</p>	<p>Вариант 29</p> <p>13 12 11 10 9 8 7</p> <p>0 14 25 24 23 22 6</p> <p>0 0 15 26 28 21 5</p> <p>0 0 0 16 27 20 4</p> <p>0 0 0 0 17 19 3</p> <p>0 0 0 0 0 18 2</p> <p>0 0 0 0 0 0 1</p>	<p>Вариант 30</p> <p>7 6 5 4 3 2 1</p> <p>0 8 22 21 20 19 18</p> <p>0 0 9 23 28 27 17</p> <p>0 0 0 10 24 26 16</p> <p>0 0 0 0 11 25 15</p> <p>0 0 0 0 0 12 14</p> <p>0 0 0 0 0 0 13</p>
<p>Вариант 31</p> <p>0 0 0 0 0 0 1</p> <p>0 0 0 0 0 18 2</p> <p>0 0 0 0 17 19 3</p> <p>0 0 0 16 27 20 4</p> <p>0 0 15 26 28 21 5</p> <p>0 14 25 24 23 22 6</p> <p>13 12 11 10 9 8 7</p>	<p>Вариант 32</p> <p>0 0 0 0 0 0 13</p> <p>0 0 0 0 0 12 14</p> <p>0 0 0 0 11 25 15</p> <p>0 0 0 10 24 26 16</p> <p>0 0 9 23 28 27 17</p> <p>0 8 22 21 20 19 18</p> <p>7 6 5 4 3 2 1</p>	<p>Вариант 33</p> <p>0 0 0 0 0 0 7</p> <p>0 0 0 0 0 6 8</p> <p>0 0 0 0 5 22 9</p> <p>0 0 0 4 21 23 10</p> <p>0 0 3 20 28 24 11</p> <p>0 2 19 27 26 25 12</p> <p>1 18 17 16 15 14 13</p>
<p>Вариант 34</p> <p>0 0 0 0 0 0 1</p> <p>0 0 0 0 0 2 18</p> <p>0 0 0 0 3 19 17</p> <p>0 0 0 4 20 27 16</p> <p>0 0 5 21 28 26 15</p> <p>0 6 22 23 24 25 14</p> <p>7 8 9 10 11 12 13</p>	<p>Вариант 35</p> <p>0 0 0 0 0 0 13</p> <p>0 0 0 0 0 14 12</p> <p>0 0 0 0 15 25 11</p> <p>0 0 0 16 26 24 10</p> <p>0 0 17 27 28 23 9</p> <p>0 18 19 20 21 22 8</p> <p>1 2 3 4 5 6 7</p>	<p>Вариант 36</p> <p>0 0 0 0 0 0 7</p> <p>0 0 0 0 0 8 6</p> <p>0 0 0 0 9 22 5</p> <p>0 0 0 10 23 21 4</p> <p>0 0 11 24 28 20 3</p> <p>0 12 25 26 27 19 2</p> <p>13 14 15 16 17 18 1</p>

Вариант 37							Вариант 38							Вариант 39						
13	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
12	14	0	0	0	0	0	6	8	0	0	0	0	0	18	2	0	0	0	0	0
11	25	15	0	0	0	0	5	22	9	0	0	0	0	17	19	3	0	0	0	0
10	24	26	16	0	0	0	4	21	23	10	0	0	0	16	27	20	4	0	0	0
9	23	28	27	17	0	0	3	20	28	24	11	0	0	15	26	28	21	5	0	0
8	22	21	20	19	18	0	2	19	27	26	25	12	0	14	25	24	23	22	6	0
7	6	5	4	3	2	1	1	18	17	16	15	14	13	13	12	11	10	9	8	7
Вариант 40							Вариант 41							Вариант 42						
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
8	6	0	0	0	0	0	2	18	0	0	0	0	0	14	12	0	0	0	0	0
9	22	5	0	0	0	0	3	19	17	0	0	0	0	15	25	11	0	0	0	0
10	23	21	4	0	0	0	4	20	27	16	0	0	0	16	26	24	10	0	0	0
11	24	28	20	3	0	0	5	21	28	26	15	0	0	17	27	28	23	9	0	0
12	25	26	27	19	2	0	6	22	23	24	25	14	0	18	19	20	21	22	8	0
13	14	15	16	17	18	1	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7
Вариант 43							Вариант 44							Вариант 45						
7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7	13	14	15	16	17	18	1
6	22	23	24	25	14	0	18	19	20	21	22	8	0	12	25	26	27	19	2	0
5	21	28	26	15	0	0	17	27	28	23	9	0	0	11	24	28	20	3	0	0
4	20	27	16	0	0	0	16	26	24	10	0	0	0	10	23	21	4	0	0	0
3	19	17	0	0	0	0	15	25	11	0	0	0	0	9	22	5	0	0	0	0
2	18	0	0	0	0	0	14	12	0	0	0	0	0	8	6	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
Вариант 46							Вариант 47							Вариант 48						
13	12	11	10	9	8	7	1	2	3	4	5	6	7	7	6	5	4	3	2	1
14	25	24	23	22	6	0	18	19	20	21	22	8	0	8	22	21	20	19	18	0
15	26	28	21	5	0	0	17	27	28	23	9	0	0	9	23	28	27	17	0	0
16	27	20	4	0	0	0	16	26	24	10	0	0	0	10	24	26	16	0	0	0
17	19	3	0	0	0	0	15	25	11	0	0	0	0	11	25	15	0	0	0	0
18	2	0	0	0	0	0	14	12	0	0	0	0	0	12	14	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
Вариант 49							Вариант 50							Вариант 51						
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
0	0	12	13	2	0	0	0	0	9	19	11	0	0	0	0	6	17	8	0	0
0	11	20	21	14	3	0	0	8	18	24	20	12	0	0	5	16	23	18	9	0
10	19	24	25	22	15	4	7	17	23	25	21	13	1	4	15	22	25	24	19	10
0	9	18	23	16	5	0	0	6	16	22	14	2	0	0	3	14	21	20	11	0
0	0	8	17	6	0	0	0	0	5	15	3	0	0	0	0	2	13	12	0	0
0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

<p>Вариант 52</p> 0 0 0 4 0 0 0 0 0 3 15 5 0 0 0 2 14 22 16 6 0 1 13 21 25 23 17 7 0 12 20 24 18 8 0 0 0 11 19 9 0 0 0 0 0 10 0 0 0	<p>Вариант 53</p> 0 0 0 1 0 0 0 0 0 2 13 12 0 0 0 3 14 21 20 11 0 4 15 22 25 24 19 10 0 5 16 23 18 9 0 0 0 6 17 8 0 0 0 0 0 7 0 0 0	<p>Вариант 54</p> 0 0 0 10 0 0 0 0 0 11 19 9 0 0 0 12 20 24 18 8 0 1 13 21 25 23 17 7 0 2 14 22 16 6 0 0 0 3 15 5 0 0 0 0 0 4 0 0 0
<p>Вариант 55</p> 0 0 0 7 0 0 0 0 0 8 17 6 0 0 0 9 18 23 16 5 0 10 19 24 25 22 15 4 0 11 20 21 14 3 0 0 0 12 13 2 0 0 0 0 0 1 0 0 0	<p>Вариант 56</p> 0 0 0 4 0 0 0 0 0 5 15 3 0 0 0 6 16 22 14 2 0 7 17 23 25 21 13 1 0 8 18 24 20 12 0 0 0 9 19 11 0 0 0 0 0 10 0 0 0	<p>Вариант 57</p> 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 8 2 0 0 0 0 13 9 3 0 0 0 16 14 10 4 0 0 0 0 15 11 5 0 0 0 0 0 12 6 0 0 0 0 0 0 7
<p>Вариант 58</p> 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 3 2 0 0 0 0 6 5 4 0 0 0 10 9 8 7 0 0 0 0 13 12 11 0 0 0 0 0 15 14 0 0 0 0 0 0 16	<p>Вариант 59</p> 0 1 0 0 0 0 0 4 3 2 0 0 0 5 6 7 8 9 0 16 15 14 13 12 11 10	<p>Вариант 60</p> 0 1 0 0 0 0 0 2 3 4 0 0 0 5 6 7 8 9 0 10 11 12 13 14 15 16
<p>Вариант 61</p> 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 2 5 0 0 0 0 3 6 8 0 0 0 4 7 9 11 0 0 0 0 10 12 13 0 0 0 0 0 14 15 0 0 0 0 0 0 16	<p>Вариант 62</p> 49 48 44 43 35 34 22 47 45 42 36 33 23 21 46 41 37 32 24 20 11 40 38 31 25 19 12 10 39 30 26 18 13 9 4 29 27 17 14 8 5 3 28 16 15 7 6 2 1	<p>Вариант 63</p> 1 48 3 46 5 44 7 26 25 24 27 22 29 42 23 10 41 8 43 20 9 28 39 2 49 6 31 40 21 12 47 4 45 18 11 30 37 14 35 16 33 38 19 32 17 34 15 36 13
<p>Вариант 64</p> 10 0 0 0 0 0 0 16 8 0 0 0 0 0 9 14 5 0 0 0 0 15 6 11 1 0 0 0 7 12 2 0 0 0 0 13 3 0 0 0 0 0 4 0 0 0 0 0 0	<p>Вариант 65</p> 4 0 0 0 0 0 0 5 3 0 0 0 0 0 10 6 2 0 0 0 0 11 9 7 1 0 0 0 14 12 8 0 0 0 0 15 13 0 0 0 0 0 16 0 0 0 0 0 0	<p>Вариант 66</p> 13 39 11 10 42 8 7 14 18 32 31 21 29 45 36 34 6 44 43 28 5 16 35 46 49 9 24 4 17 15 47 3 41 26 48 33 37 38 12 40 25 2 19 20 30 22 23 27 1

Вариант 67	Вариант 68	Вариант 69
2 0 0 1 0 0 2	1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1
0 2 0 1 0 2 0	1 2 0 0 0 2 1	1 2 2 1 3 3 1
0 0 2 1 2 0 0	1 0 2 0 2 0 1	1 2 2 1 3 3 1
1 1 1 3 1 1 1	1 0 0 3 0 0 1	1 1 1 1 1 1 1
0 0 2 1 2 0 0	1 0 2 0 2 0 1	1 4 4 1 5 5 1
0 2 0 1 0 2 0	1 2 0 0 0 2 1	1 4 4 1 5 5 1
2 0 0 1 0 0 2	1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1

13.3 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее десяти тестов.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

13.4 Рекомендуемая литература

1. Уинер, Р. Язык Турбо Си/ Р. Уинер, пер. с англ. под ред. В. В. Матеекин. – М., Мир, 1991 – 380 с.
2. Поттс, С. Borland C++ в примерах / С. Поттс, Т.С. Монк. перевод с англ. – Мн., ООО «Попурри», 1996, 752 с.
3. Касаткин А.И. Профессиональное программирование на языке Си. В трех томах. / А.И. Касаткин. – Мн.: Выш. Шк., 1993.
4. Уэйт, М. Язык Си. Руководство для начинающих / М. Уэйт, С. Прата, С. Мартин; перевод с английского Л. Н. Горинович, В. С. Явнилович; под ред. Э. А. Трахтенгерца. – М.: Мир, 1989. – 605 с.
5. Рейсдорф, К. Borland C++ Builder. Освой самостоятельно. / К. Рейсдорф, К. Хендерсон, пер. с англ. – М., «Издательство БИНОМ», 1998. – 704 с.
6. Зуев, Е.А. Программирование на языке Турбо-Паскаль 6.0., 7.0 / Е. А. Зуев – М.: Веста, Радио и связь, 1993. – 384 с.
7. Фаронов, В.В. Turbo Pascal : учебное пособие для вузов / В. В. Фаронов. – СПб.: ПИТЕР, 2012. – 367 с.

14 ФАЙЛОВЫЙ ВВОД/ВЫВОД

14.1 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- получения навыков составления программы чтения данных из файла и записи данных в файл;
- обнаружение и исправление ошибок при работе с файлами;
- применение стандартных функций обработки строковых данных.

14.2 Задание на лабораторную работу

Из файла input.txt считайте строку символов S . Число символов, входящих в строку S , не более 255. В соответствии с вариантом задания, выданного преподавателем, выполните требуемые расчеты. Результаты вычислений запишите в файл output.txt.

При выполнении задания нужно учесть, что под «**словами**» понимаются группы символов, разделенные пробелом.

Варианты заданий приведены в таблице 14.1.

Таблица 14.1 - Варианты заданий

Номер варианта	Выходные величины
1	Для считанной строки S определите сумму входящих в эту строку целых чисел.
2	Для считанной строки S определите сумму входящих в эту строку цифр.
3	Для считанной строки S определите слово (или слова) наибольшей длины.
4	Для считанной строки S определите символ (или символы), который встречается подряд наибольшее число раз.
5	Для считанной строки S определите, правильно ли расставлены круглые скобки, которые встречаются в этой строке. Определите порядковый номер символа и тип («(»или «)») ошибочно поставленной скобки.
6	Для считанной строки S замените в тексте все вхождения слова «это» на слово «то».
7	Для считанной строки S найдите слова, у которых первые и последние символы совпадают.
8	Для считанной строки S удалите все слова с нечетными порядковыми номерами.
9	Для считанной строки S зеркально переверните все слова с четными порядковыми номерами.
10	Для считанной строки S найдите слово палиндром наибольшей длины. Палиндром – это слово, которое одинаково читается слева направо и справа налево.
11	Для считанной строки S поменяйте местами слова, разделенные союзом «и». Например, текст «А и Б сидели на трубе» меняется на «Б и А сидели на трубе».
12	Для считанной строки S удалите все слова, встречающиеся более двух раз
13	Для считанной строки S определите количество гласных и согласных букв.
14	Для считанной строки S определите количество букв, заключенных в круглые скобки.

Номер варианта	Выходные величины
15	В считанной строке S определите правильно записанные вещественные числа.
16	Для считанной строки S определите символы, которые входят в состав нечетных слов, но не входят в состав четных.
17	Во всех словах считанной строки S переставьте все входящие буквы «а» в начало слова, а буквы «я» – в конец.
18	В считанной строке S , состоящей чисел, записанных в римской системе счисления, найдите наибольшее число.
19	В считанной строке S преобразуйте во всех нечетных словах прописные буквы латинского и русского алфавитов на строчные буквы.
20	В считанной строке S преобразуйте во всех четных словах строчные буквы латинского и русского алфавитов на прописные буквы.
21	Для считанной строки S определите входящие в нее символы.
22	Для считанной строки S удалите все слова с четными порядковыми номерами.
23	Для считанной строки S зеркально переверните все слова с нечетными порядковыми номерами.
24	Для считанной строки S зеркально переверните все слова с порядковыми номерами, делящимися на три без остатка.
25	В считанной строке S определите правильно записанные римские числа.

14.3 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее десяти тестов.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

14.4 Рекомендуемая литература

1. Уинер, Р. Язык Турбо Си/ Р. Уинер, пер. с англ. под ред. В. В. Матеекин. – М., Мир, 1991 – 380 с.
2. Поттс, С. Borland C++ в примерах / С. Поттс, Т.С. Монк. перевод с англ. – Мн., ООО «Попурри», 1996, 752 с.
3. Касаткин А.И. Профессиональное программирование на языке Си. В трех томах. / А.И. Касаткин. – Мн.: Выш. Шк., 1993.
4. Уэйт, М. Язык Си. Руководство для начинающих / М. Уэйт, С. Прата, С. Мартин; перевод с английского Л. Н. Горинович, В. С. Явнилович; под ред. Э. А. Трахтенгерца. – М.: Мир, 1989. – 605 с.
5. Зуев, Е.А. Программирование на языке Турбо-Паскаль 6.0., 7.0 / Е. А. Зуев – М.: Веста, Радио и связь, 1993. – 384 с.

15 ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

15.1 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- получения навыков составления программы, которая выводит на экран монитора графическое изображение;
- решение задачи масштабирования;
- обнаружение и исправление ошибок в программе, возникающих при работе с монитором в графическом режиме;
- изучение возможностей среды программирования при компиляции и тестировании программы.

15.2 Задание на лабораторную работу

Для заданного преподавателем варианта задания составьте программу, которая выводит на экран монитора график функции. Функция может быть задана в явном или параметрическом виде в прямоугольной или полярной системе координат. Построение графика выполните с учетом масштабирования. Варианты заданий приведены в таблице 15.1.

Таблица 15.1 - Варианты заданий

№	Название функции	Вид функции	Система координат	Входные параметры
1.	Циссоида Диоклеса	$x = \frac{at^2}{1+t^2}, y = \frac{at^3}{1+t^2}$	Прямоуг.	a
2.	Квадратриса Динострата	$\rho = \frac{a(\pi - 2\varphi)}{\pi \cos \varphi}$	Полярная	a
3.	Квадратриса Чирнхауза	$y = a \sin\left(\frac{\pi x}{2a}\right)$	Прямоуг.	a
4.	Циклоида	$x = r(t - \sin t), y = r(1 - \cos t)$	Прямоуг.	r
5.	Кохлеоида	$\rho = \frac{a \cdot \sin \varphi}{\varphi}$	Полярная	a
6.	Эпициклоида	$x = (R + mR) \cos(mt) - mR \cos(t + mt),$ $y = (R + mR) \sin(mt) - mR \sin(t + mt)$	Прямоуг.	R, m
7.	Гипоциклоида	$x = (R - mR) \cos(mt) + mR \cos(t - mt),$ $y = (R - mR) \sin(mt) - mR \sin(t - mt)$	Прямоуг.	R, m
8.	Гипотрохоида	$x = (R - r) \cos t + h \cos\left(\frac{R-r}{r}t\right),$ $y = (R - r) \sin t - h \sin\left(\frac{R-r}{r}t\right)$	Прямоуг.	R, r, h
9.	Верзиера	$y = \frac{a^3}{x^2 + a^2}$	Прямоуг.	a
10.	Спираль Архимеда	$\rho = a\varphi$	Полярная	a

№	Название функции	Вид функции	Система координат	Входные параметры
11.	Спираль Галилея	$\rho = a\varphi^2 - d$	Полярная	a, d
12.	Логарифмическая спираль	$\rho = a \cdot e^{\varphi \cdot \ln a}$	Полярная	a
13.	Гиперболическая спираль	$\rho = \frac{a}{\varphi}$	Полярная	a
14.	Параболическая спираль	$\rho = a\sqrt{\varphi} + d$	Полярная	a, d
15.	Синусоидальная спираль	$\rho^n = a^n \cos(n\varphi)$	Полярная	a, n
16.	Астроида	$x = R \cos^3(t/4), y = R \sin^3(t/4)$	Прямоуг.	R
17.	Лемниската Бернулли	$\rho^2 = 2a^2 \cos(2\varphi)$	Полярная	a
18.	Лемниската Жероно	$y = \pm \sqrt{\frac{a^2 x^2 - x^4}{a^2}}$	Прямоуг.	a
19.	Лист Декарта	$x = \frac{3at}{1+t^3}, y = \frac{3at^2}{1+t^3}$	Прямоуг.	a
20.	Жезл	$\rho = \frac{a}{\sqrt{\varphi}}$	Полярная	a
21.	Каппа	$\rho = a \operatorname{ctg} \varphi$	Полярная	a
22.	Кардиоида	$\rho = 2a(1 - \cos \varphi)$	Полярная	a
23.	Квадрифолий	$\rho = a \cos(2\varphi)$	Полярная	a
24.	Конхоида Слюза	$\rho = \sec \varphi + a \cos \varphi$	Полярная	a
25.	Овал Кассини	$(x^2 + y^2)^2 - 2c^2(x^2 - y^2) = a^4 - c^4$	Прямоуг.	a, c
26.	Овал Декарта	$(x^2 + y^2 - 2ax)^2 = b^2(x^2 + y^2) + c$	Прямоуг.	a, b, c
27.	Кривая Ламе	$\left(\frac{x}{a}\right)^m + \left(\frac{y}{a}\right)^m = 1$	Прямоуг.	a, m
28.	Трисектриса Маклорена	$x(x^2 + y^2) = a(y^2 - 3x^2)$	Прямоуг.	a
29.	Офиурида	$x(x^2 + y^2) = y(ay - bx)$	Прямоуг.	a, b
30.	Парабола	$\rho = \frac{a}{1 - \cos \varphi}$	Полярная	a
31.	Гипербола	$\rho = \frac{\pm a}{1 \mp e \cdot \cos \varphi}$	Полярная	a
32.	Улитка Паскаля	$\rho = a \cos \varphi + l$	Полярная	a, l
33.	Розы	$\rho = a \sin(k\varphi)$	Полярная	a, k
34.	Синус-спираль	$\rho^m = a^m \sin(m\varphi)$ или $\rho^m = a^m \cos(m\varphi)$	Полярная	a, m
35.	Строфоида	$\rho = -a \cdot \frac{\cos(2\varphi)}{\cos \varphi}$	Полярная	a
36.	Трактриса	$x = \pm a \left(\ln \operatorname{tg} \frac{t}{2} + \cos t \right), y = a \sin t$	Прямоуг.	a

№	Название функции	Вид функции	Система координат	Входные параметры
37.	Трисектриса Каталана	$\rho = \frac{a}{\sin^3(\varphi/3)}$	Полярная	a
38.	Эллипс	$\rho = \frac{a}{1 + \cos \varphi}$	Полярная	a
39.	Эпитрохоида	$x = (R + mR) \cos(mt) - h \cos(t + mt),$ $y = (R + mR) \sin(mt) - h \sin(t + mt)$	Прямоуг.	R, h, m
40.	Нефроида	$x = 3R \cos t - R \cos(a + 3t),$ $y = 3R \sin t - R \sin(a + 3t)$	Прямоуг.	R, a

15.3 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Найдите в Интернете описание данной функции и пример ее графика;
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее пяти тестов.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

15.4 Рекомендуемая литература

1. Уинер, Р. Язык Турбо Си / Р. Уинер, пер. с англ. под ред. В. В. Матеев. – М., Мир, 1991 – 380 с.
2. Поттс, С. Borland C++ в примерах / С. Поттс, Т.С. Монк. перевод с англ. – Мн., ООО «Попурри», 1996, 752 с.
3. Касаткин А.И. Профессиональное программирование на языке Си. В трех томах. / А.И. Касаткин. – Мн.: Выш. Шк., 1993.
4. Уэйт, М. Язык Си. Руководство для начинающих / М. Уэйт, С. Прата, С. Мартин; перевод с английского Л. Н. Горинович, В. С. Явнилович; под ред. Э. А. Трахтенгерца. – М.: Мир, 1989. – 605 с.
5. Рейсдорф, К. Borland C++ Builder. Освой самостоятельно. / К. Рейсдорф, К. Хендерсон, пер. с англ. – М., «Издательство БИНОМ», 1998. – 704 с.
6. Зуев, Е.А. Программирование на языке Турбо-Паскаль 6.0., 7.0 / Е. А. Зуев – М.: Веста, Радио и связь, 1993. – 384 с.
7. Фаронов, В.В. Turbo Pascal : учебное пособие для вузов / В. В. Фаронов. – СПб.: ПИТЕР, 2012. – 367 с.

16 РЕКУРСИЯ

Рекурсивным называют алгоритм, при использовании которого встречается команда вызова его же самого. Чтобы рекурсивные вычисления завершались, необходимо, чтобы для некоторых значений входных параметров подобная функция была определена не рекурсивно.

Наиболее известным примером использования рекурсии является вычисление факториала натурального числа n , которое является произведением всех натуральных чисел от единицы до данного числа n , то есть $1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n$ и обозначается $n!$.

16.1 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- получение навыков разработки рекурсивных алгоритмов;
- обнаружение и исправление ошибок в программе, возникающих при реализации рекурсивных алгоритмов;
- изучение возможностей среды программирования при компиляции и тестировании программы.

16.2 Задание на лабораторную работу

Для заданного преподавателем варианта задания составьте программу. В состав программы должно входить не менее одной подпрограммы, использующей рекурсивный вызов. Входные данные считать из файла input.txt, результаты вычислений необходимо записать в файл output.txt.

Варианты заданий приведены в таблице 16.1.

Таблица 16.1 - Варианты заданий

Номер варианта	Выходные величины
1	Составьте программу, вычисляющую значение k -го элемента последовательности чисел Фибоначчи F_k . Числа Фибоначчи F_i определяются формулами $F_1 = 1$, $F_2 = 1$, $F_i = F_{i-1} + F_{i-2}$ при $i > 2$.
2	Составьте программу, вычисляющую значение суммы k элементов последовательности чисел Фибоначчи F_k . Числа Фибоначчи F_i определяются формулами $F_1 = 1$, $F_2 = 1$, $F_i = F_{i-1} + F_{i-2}$ при $i > 2$.
3	Составьте программу, которая для заданного натурального числа n вычисляет значение выражения $\underbrace{\sqrt{2 + \sqrt{2 + \dots + \sqrt{2}}}}_{n \text{ корней}}$
4	Составьте программу, которая для заданного натурального числа n вычисляет значение выражения $\frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \dots + \frac{1}{n!}$.

Номер варианта	Выходные величины
5	Составьте программу, которая для заданного натурального числа n вычисляет значение выражения $\frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{3 + \frac{1}{4 + \frac{1}{\dots \frac{1}{n-1 + \frac{1}{n}}}}}}}$.
6	Составьте программу, которая для заданного натурального числа n вычисляет значение выражения $1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot n$ для нечетного n и $2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot \dots \cdot n$ для четного n .
7	Составьте программу, которая для заданных натуральных чисел n и m вычисляет наибольший общий делитель (НОД) по алгоритму Евклида: $\text{НОД}(n; m) = \text{НОД}(m; n \bmod m)$, если $m \neq 0$, $\text{НОД}(n; 0) = n$.
8	Составьте программу, которая определяет количество способов, которыми можно подняться на лестницу, состоящей из n ступенек, если разрешается перешагивать не более чем через одну ступеньку.
9	Составьте программу, которая для заданных натуральных чисел n и m ($n \geq m$) вычисляет число сочетаний C_n^m из n элементов по m , если известно, что $C_n^0 = C_n^n = 1$, $C_n^k = C_{n-1}^k + C_{n-1}^{k-1}$ при $0 < k < n$.
10	Составьте программу, которая для заданного целого неотрицательного числа n вычисляет значение функции $f(n)$. Функция $f(n)$ определена в виде: $f(0) = 0$, $f(1) = 1$, $f(2n) = f(n)$, $f(2n+1) = f(n) + f(n+1)$.
11	Составьте программу, которая определяет количество n -значных чисел в десятичной системе счисления, у каждого из которых сумма цифр равна k . В качестве n -значных чисел считаются числа, которые начинаются с одного или нескольких нулей. Например, 000123 считается шестизначным числом, сумма цифр которого равна 6.
12	Составьте программу, которая для заданного натурального числа n , запись которого в десятичной системе счисления $\overline{a_k a_{k-1} a_{k-2} \dots a_0}$, вычисляет знакопеременную сумму цифр этого числа $a_k - a_{k-1} + a_{k-2} - \dots + (-1)^k a_0$.
13	Составьте программу, которая для заданного натурального числа n определяет значение выражения $1 \cdot 2 + 2 \cdot 3 \cdot 4 + 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 + n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot 2n$.
14	Составьте программу, которая для заданных натуральных чисел a и b , обозначающих стороны прямоугольника, определяет наименьшее количество квадратов, необходимых для его заполнения.
15	Составьте программу, которая определяет значение цифрового корня заданного натурального числа n . Примечание. Если сложить все цифры числа, затем все цифры полученной суммы и повторять эти действия до тех пор, пока не получится однозначное число, то такое однозначное число называется цифровым корнем.
16	Составьте программу, вычисляющую результат возведения действительного числа a в степень n , где n – натуральное число.
17	Составьте программу, которая заполняет квадратную матрицу размером $n \times n$, значениями от 1 до n^2 по спирали по часовой стрелке.

Номер варианта	Выходные величины
18	Покупатель имеет купюры достоинством $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$, а продавец – $B_1, B_2, B_3, \dots, B_m$. Составьте программу, которая определит максимальную стоимость товара, которую не сможет купить покупатель, так как нет возможности точно рассчитаться за товар с продавцом, хотя денег на покупку этого товара достаточно.
19	Составьте программу, которая для заданных натуральных чисел n и m вычисляет наименьшее общее кратное.
20	Пусть n человек встали в круг и получили номера от 1 до n по часовой стрелке. Затем, начиная с первого, по часовой стрелке отсчитывается m человек. Этот m -й человек выходит из круга, после чего, начиная со следующего, снова отсчитывается m -й человек. Так продолжается до тех пор, пока не останется один человек. Составьте программу, которая для заданных значений n и m , определит номер оставшегося в кругу человека.

16.3 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее пяти тестов.
- Сформулируйте ограничения на значения входных параметров, при которых программа работает корректно.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

16.4 Рекомендуемая литература

1. Уинер, Р. Язык Турбо Си/ Р. Уинер, пер. с англ. под ред. В. В. Матеев. – М., Мир, 1991 – 380 с.
2. Поттс, С. Borland C++ в примерах / С. Поттс, Т.С. Монк. перевод с англ. – Мн., ООО «Попурри», 1996, 752 с.
3. Касаткин А.И. Профессиональное программирование на языке Си. В трех томах. / А.И. Касаткин. – Мн.: Выш. Шк., 1993.
4. Уэйт, М. Язык Си. Руководство для начинающих / М. Уэйт, С. Прата, С. Мартин; перевод с английского Л. Н. Горинович, В. С. Явнилович; под ред. Э. А. Трахтенгерца. – М.: Мир, 1989. – 605 с.
5. Зуев, Е.А. Программирование на языке Турбо-Паскаль 6.0., 7.0 / Е. А. Зуев – М.: Веста, Радио и связь, 1993. – 384 с.

17 ВНУТРЕННЯЯ СОРТИРОВКА ДАННЫХ

Сортировка – один из основных алгоритмов обработки информации, состоящий в переупорядочении по нужному признаку заданной последовательности величин. Внутренней называют такую сортировку, когда все записи хранятся в быстрой оперативной памяти и не приходится использовать более медленные внешние запоминающие устройства.

Суть задачи сортировки данных состоит в том, что необходимо упорядочить N элементов R_1, R_2, \dots, R_N , которые называются записями. Каждая запись R_j имеет ключ K_j , который управляет процессом сортировки. Помимо ключа запись может содержать побочную информацию, которая не влияет на сортировку, но всегда остается в этой записи.

На множестве ключей вводится понятие отношение порядка $<$ (меньше) таким образом, что для трех разных ключей a, b, c выполнялись следующие условия:

- справедливо одно и только одно соотношение $a < b$, $a = b$, $a > b$ (закон трихотомии),
- если $a < b$ и $b < c$, то $a < c$ (закон транзитивности).

Примером сортировки данных может служить орфографический словарь, в котором слова располагаются в алфавитном порядке.

Существуют различные алгоритмы сортировки данных [1-3]. Их можно отнести к одной из четырех групп [1, 3]: подсчетом, вставками, выбором и обменная сортировка.

Алгоритмы сортировки обладают разной эффективностью, которую в простейшем случае можно численно оценить количеством сравнений $N_{ср}$ ключей K_j и количеством обменов $N_{обм}$ записей R_j , где $j = 1..N$.

17.1 Цель работы

Целью практической и лабораторной работ является:

- получение сведений об основных существующих алгоритмах сортировки данных;
- получения навыков составления программы, сортирующих данные;
- изучение возможностей среды программирования при компиляции и тестировании программы.

17.2 Задание на практическую работу

Для заданного исходного массива ключей определите число сравнений $N_{ср}$ ключей и число обменов $N_{обм}$ записей при сортировке следующими алгоритмами: простых вставок, прямого выбора, «пузырька» и «быстрым» алгоритмом. Результаты вычислений внесите в таблицу 17.1. Варианты исходного массива ключей приведены в таблице 17.2.

Таблица 17.1 - Результаты сортировки данных

№	Алгоритм сортировки	Число сравнений ключей	Число обменов записей
1	Простые вставки		
2	Прямой выбор		
3	Пузырек		
4	Быстрая сортировка		

Таблица 17.2 - Варианты заданий для практической работы

Номер варианта	Исходный массив ключей	Номер варианта	Исходный массив ключей
1	1 35 78 96 88 53 26 47 80 4	16	39 22 4 50 80 5 42 28 55 71
2	42 13 57 5 17 1 22 83 95 36	17	15 45 40 1 28 12 57 53 4 38
3	30 35 27 70 16 5 25 36 23 75	18	58 10 61 8 22 75 4 98 29 64
4	43 0 72 8 1 56 69 5 84 2	19	88 39 42 37 80 5 75 13 40 94
5	62 3 69 33 56 45 88 98 34 6	20	50 77 15 80 98 6 26 42 12 34
6	25 10 98 54 14 79 92 4 60 24	21	25 39 54 35 31 7 13 93 29 75
7	10 92 52 23 8 28 91 62 68 21	22	45 39 75 78 30 9 53 11 5 48
8	98 15 95 6 39 73 60 44 26 8	23	61 27 45 20 58 16 46 12 2 33
9	82 30 57 38 91 68 83 52 35 4	24	75 59 44 25 81 77 3 23 58 65
10	50 83 48 23 39 7 75 86 38 44	25	15 79 75 68 50 29 23 1 17 35
11	72 85 79 60 17 8 22 33 74 10	26	75 59 14 13 31 17 91 93 22 45
12	58 49 20 87 70 5 66 8 81 83	27	65 88 27 37 20 19 43 91 25 54
13	42 53 33 97 96 13 31 90 18 2	28	16 57 45 80 28 16 94 11 5 73
14	6 25 77 86 83 35 28 39 7 40	29	79 65 24 32 18 97 8 92 35 46
15	26 31 61 82 44 12 8 86 75 53	30	51 17 37 26 70 22 93 9 41 83

17.3 Задание на лабораторную работу

Для заданного преподавателем варианта задания составьте программу, которая сортирует данные указанного типа указанным методом в указанном направлении. Количество сортируемых элементов не превышает 10000. Входные данные хранятся в файле input.txt. Определите количество сравнений и обменов. Полученные результаты необходимо вывести на экран и записать в файл output.txt. Постройте график зависимости числа сравнений и числа обменов от количества сортируемых элементов. Для каждого значения количества сортируемых элементов (10, 50, 100, 500, 1000, 5000, 10000) повторите сортировку данных 10 раз. Полученные результаты усредните. Оцените относительную погрешность полученных значений.

Варианты исходных данных для лабораторной работы приведены в таблице 17.3.

Таблица 17.3 - Варианты заданий для лабораторной работы

Номер варианта	Исходные данные
1	Метод сортировки – подсчет. Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по возрастанию.
2	Метод сортировки – «пузырек». Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по убыванию.

Номер варианта	Исходные данные
3	Метод сортировки – «выбор». Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по возрастанию.
4	Метод сортировки – метод Шелла (1, 2, 4, 8,..., 2^k). Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по убыванию.
5	Метод сортировки – метод Шелла (1, 3, 7, 15,..., $2^k - 1$). Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по возрастанию.
6	Метод сортировки – метод Шелла (1, 4, 13, 40,..., $(3^k - 1)/2$). Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по убыванию.
7	Метод сортировки – простые вставки. Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по возрастанию.
8	Метод сортировки – бинарные вставки. Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по убыванию.
9	Метод сортировки – «быстрый». Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по возрастанию.
10	Метод сортировки – метод Шелла (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21,...). Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по убыванию.
11	Метод сортировки – подсчет. Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по возрастанию.
12	Метод сортировки – «пузырек». Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по убыванию.
13	Метод сортировки – «выбор». Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по возрастанию.
14	Метод сортировки – метод Шелла (1, 2, 4, 8,..., 2^k). Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по убыванию.
15	Метод сортировки – метод Шелла (1, 3, 7, 15,..., $2^k - 1$). Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по возрастанию.
16	Метод сортировки – метод Шелла (1, 4, 13, 40,..., $(3^k - 1)/2$). Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по убыванию.
17	Метод сортировки – простые вставки. Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по возрастанию.
18	Метод сортировки – бинарные вставки. Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по убыванию.
19	Метод сортировки – «быстрый». Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по возрастанию.
20	Метод сортировки – метод Шелла (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21,...). Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по убыванию.
21	Метод сортировки – метод Шелла (1, 2, 3, 5, 9,..., $2^k + 1$). Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по возрастанию.
22	Метод сортировки – метод Шелла (1, 3, 5,..., $[2^k - (-1)^k]/3$). Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по возрастанию.
23	Метод сортировки – метод Шелла (числа Фибоначчи 1, 2, 3, 5, 8, 13,...). Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по возрастанию.
24	Метод сортировки – метод Шелла (1, 2, 3, 4,..., $2^p 3^q$). Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по возрастанию.
25	Метод сортировки – метод Шелла (числа Фибоначчи 1, 2, 3, 5, 8, 13,...). Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по убыванию.
26	Метод сортировки – «пузырек». Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по возрастанию.

Номер варианта	Исходные данные
27	Метод сортировки – «выбор». Тип входных данных – целочисленный. Направление сортировки – по убыванию.
28	Метод сортировки – бинарные вставки. Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по возрастанию.
29	Метод сортировки – простые вставки. Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по убыванию.
30	Метод сортировки – «быстрый». Тип входных данных – вещественный. Направление сортировки – по убыванию.

17.4 Порядок выполнения лабораторной работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее пяти тестов.
- Для каждого значения количества сортируемых элементов (10, 50, 100, 500, 1000, 5000, 10000) повторите сортировку данных 10 раз. Определите количества сравнений ключей и перестановок записей.
- Рассчитайте средние значения полученных величин и относительную погрешность.
- Постройте график зависимости числа сравнений ключей N_{Cp} и числа обменов записей $N_{Обм}$ от количества сортируемых элементов N .
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

17.5 Рекомендуемая литература

1. Кнут, Д. Э. Искусство программирования / Д. Э. Кнут, пер. с англ. Ю.В. Козаченко. – М. : Вильямс, 2003. – 832 с.
2. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных / Н. Вирт, перевод с англ. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 352 с.
3. Дубинин, Д. В. Информатика: Численные методы / Д. В. Дубинин — Томск: ТУСУР, 2017. — 116 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7416> (дата обращения 1.06.2025).

18 ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ

Уравнение – аналитическая запись задачи о разыскании значений аргументов, при которых значения двух данных функций равны. Аргументы, от которых зависят эти функции, называют обычно неизвестными, а значения неизвестных, при которых значения функций равны, – решениями (корнями) уравнения.

Существуют аналитические решения простейших уравнений. Например, для кубического полинома $x^3 + px + q = 0$ есть формула Кардано, для полинома 4-ой степени $x^4 + ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$ – метод Феррари. Однако для алгебраических уравнений пятой и более степеней для общего случая не существует решения в радикалах (теорема Абеля, 1826). Решения таких уравнений можно найти только приближенно или численно.

Разработаны различные методы численного решения уравнений [1-4]: метод половинного деления (или дихотомии), хорд, секущих, простых итераций, метод Мюллера, метод Ньютона (или касательных). В большинстве методов решается уравнение вида $f(x) = 0$. В методе простых итераций решается уравнение $x = g(x)$, эквивалентное $f(x) = 0$.

Количественной мерой эффективности процесса поиска корня является скорость сходимости. У простейших методов она равна единице. Такую сходимость называют линейной. Наиболее эффективным является метода Ньютона, скорость сходимости которого равна двум. Скорость сходимости определяет число итераций, за которое находится корень уравнения с заданной погрешностью.

18.1 Цель работы

Целью практической и лабораторной работ является:

- получение сведений об основных существующих алгоритмах численного решения уравнений;
- получения навыков составления программы, находящих корень уравнения;
- изучение возможностей среды программирования при компиляции и тестировании программы.

18.2 Задание на практическую работу

Для заданного набора исходных данных (функции $f(x)$ и промежутка $[a; b]$) решите уравнение $f(x) = 0$ методами половинного деления (дихотомии), хорд, Ньютона и простых итераций. Определите корень уравнения x_k с точностью до трех знаков после запятой и количество итераций k . Критерием окончания итераций является выполнение условия

- $|f(x_k)| < \varepsilon$ – для методов половинного деления, хорд и Ньютона;

- $|x_k - x_{k-1}| < \varepsilon$ – для метода простых итераций.

Значение погрешности принять $\varepsilon = 0,01$.

Для метода Ньютона и простых итераций в качестве начального приближения использовать нижнюю границу заданного интервала $x_0 = a$.

В методе простых итераций определите эквивалентную функцию $g(x)$.

Найдите абсолютную и относительную (в процентах) погрешности нахождения корня уравнения. Результаты вычислений внесите в таблицу 18.1. Варианты исходных данных для практической работы приведены в таблице 18.2.

Методические указания. При нахождении точных значений корней уравнения $f(x) = 0$ используйте теорему Безу.

Таблица 18.1 - Результаты вычисления корня уравнения

№	Метод решения	Количество итераций	Приближенное значение корня	Погрешность
1	Метод дихотомии			
2	Метод хорд			
3	Метод Ньютона			
4	Метод простых итераций			

Таблица 18.2 - Варианты заданий для практической работы

Номер варианта	Функция $f(x)$	Промежуток	Номер варианта	Функция $f(x)$	Промежуток
1	$5x^3 - 8x + 3$,	$[0, 5; 2, 25]$	16	$4x^3 - 9x + 5$,	$[-2; 1, 75]$
2	$2x^3 - 11x + 9$,	$[0, 5; 1, 25]$	17	$9x^3 - 7x + 2$,	$[-2; 1, 75]$
3	$3x^3 - 13x + 10$,	$[-0, 5; 1, 25]$	18	$11x^3 - 9x + 2$,	$[-2; 1, 75]$
4	$x^3 - 7x + 6$,	$[-0, 5; 1, 25]$	19	$13x^3 - 8x + 5$,	$[-2; 1, 75]$
5	$5x^3 - 3x - 2$,	$[-0, 5; 1, 75]$	20	$17x^3 - 9x + 8$,	$[-2; 1, 75]$
6	$12x^3 - 7x - 5$,	$[-0, 5; 1, 75]$	21	$7x^3 - 19x + 12$,	$[-2; 1, 75]$
7	$-5x^3 - 18x + 23$	$[-0, 5; 1, 75]$	22	$-4x^3 - 13x + 17$,	$[-2; 1, 75]$
8	$2x^3 - 15x + 13$	$[-0, 5; 1, 75]$	23	$6x^3 - 17x + 11$,	$[-2; 1, 75]$
9	$-7x^3 - 15x + 22$	$[-0, 5; 1, 75]$	24	$-13x^3 - 9x + 22$	$[0, 5; 2, 25]$
10	$-6x^3 - 13x + 19$	$[-0, 5; 1, 75]$	25	$-5x^3 - 11x + 16$	$[0, 5; 1, 75]$
11	$9x^3 - 13x + 4$,	$[-2; 1, 75]$	26	$28x^3 - 33x - 5$,	$[-1, 5; 1, 25]$
12	$11x^3 - 31x + 20$,	$[-2; 1, 75]$	27	$6x^3 - 19x + 13$,	$[-2, 5; 0, 25]$
13	$7x^3 - 13x + 6$,	$[-2; 1, 75]$	28	$-8x^3 - 9x + 17$,	$[0, 5; 1, 75]$
14	$4x^3 - 11x + 7$,	$[-2; 1, 75]$	29	$12x^3 - 5x - 7$,	$[0, 5; 1, 75]$
15	$3x^3 - 8x + 5$,	$[-2; 1, 75]$	30	$-14x^3 - 9x + 23$,	$[-2; 1, 75]$

18.3 Задание на лабораторную работу

Для заданного преподавателем варианта задания составьте программу, которая численно находит корень уравнения вида $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$ указанным методом. Параметры уравнения (коэффициенты a, b, c, d),

границы x_{\min} , x_{\max} интервала поиска корня $[x_{\min}; x_{\max}]$ или приближенные значения (x_0, x_1, x_2) и погрешность вычисления корня ε являются вещественными числами и вводятся с клавиатуры. Их абсолютное значение не превосходит 1000. Формулы итерационных вычислений приведены в таблице 18.3. Критерием окончания итераций является выполнение условия

- $|x_k - x_{k-1}| < \varepsilon$ – для метода простых итераций;
- $|f(x_k)| < \varepsilon$ – для остальных методов.

Варианты исходных данных для лабораторной работы приведены в таблице 18.4.

Таблица 18.3 - Итерационные формулы методов решения уравнения

Метод решения	Итерационная формула	Примечание
Метод половинного деления	$x = \frac{x_{\min} + x_{\max}}{2}$	x_{\min} , x_{\max} – границы интервала поиска корня
Метод хорд	$x = x_{\min} - \frac{x_{\max} - x_{\min}}{f(x_{\max}) - f(x_{\min})} f(x_{\min})$	x_{\min} , x_{\max} – границы интервала поиска корня
Метод Ньютона	$x_i = x_{i-1} - \frac{f(x_{i-1})}{f'(x_{i-1})}$	x_0 – начальное приближение
Модифицированный метод Ньютона	$x_i = x_{i-1} - \frac{f(x_{i-1})}{f'(x_0)}$	x_0 – начальное приближение
Метод простых итераций	$x_i = g(x_{i-1})$	x_0 – начальное приближение
Метод секущих	$x_{i+1} = x_i - \frac{x_i - x_{i-1}}{f(x_i) - f(x_{i-1})} f(x_i)$	x_0 , x_1 – начальные приближения
Метод Мюллера	$x_{i+1} = x_i - \frac{2f(x_i)}{\omega \pm \sqrt{\omega^2 - 4f[x_i, x_{i-1}, x_{i-2}]}}$, $\omega = f[x_i, x_{i-1}] + f[x_i, x_{i-2}] - f[x_{i-1}, x_{i-2}],$ $f[x_i, x_{i-1}, x_{i-2}] = \frac{f[x_{i-1}, x_{i-2}] - f[x_i, x_{i-1}]}{x_{i-2} - x_i},$ $f[x_i, x_{i-1}] = \frac{f(x_{i-1}) - f(x_i)}{x_{i-1} - x_i}$	x_0 , x_1 , x_2 – начальные приближения

Таблица 18.4 - Варианты заданий для лабораторной работы

Номер варианта	Метод нахождения корня уравнения	Номер варианта	Метод нахождения корня уравнения
1	Метод половинного деления	16	Метод половинного деления
2	Метод хорд	17	Метод хорд
3	Метод секущих	18	Метод секущих
4	Метод Мюллера	19	Метод Мюллера
5	Метод Ньютона	20	Метод Ньютона
6	Модифицированный метод Ньютона	21	Модифицированный метод Ньютона
7	Метод простых итераций	22	Метод простых итераций
8	Метод секущих	23	Метод секущих

Номер варианта	Метод нахождения корня уравнения	Номер варианта	Метод нахождения корня уравнения
9	Метод половинного деления	24	Метод половинного деления
10	Метод хорд	25	Метод хорд
11	Метод секущих	26	Метод секущих
12	Метод Мюллера	27	Метод Мюллера
13	Метод Ньютона	28	Метод Ньютона
14	Модифицированный метод Ньютона	29	Модифицированный метод Ньютона
15	Метод простых итераций	30	Метод простых итераций

18.4 Порядок выполнения лабораторной работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее десяти тестов.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

18.5 Рекомендуемая литература

1. Мак-Кракен, Д. Численные методы и программирование на ФОРТРАНЕ / Д. Мак-Кракен, У. Дорн, пер. с англ. Б.Н. Казак. – М.: Мир, 1977. – 584 с.
2. Мудров, А. Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. / А. Е. Мудров. – Томск: МП «РАСКО», 1991. – 272 с.
3. Мэтьюз Д. Г. Численные методы. Использование MATLAB / Д.Г. Мэтьюз, К.Д. Финк, пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2001. – 720 с.
4. Дубинин, Д. В. Информатика: Численные методы / Д. В. Дубинин — Томск: ТУСУР, 2017. — 116 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7416> (дата обращения 1.06.2025).

19 ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ

Интегрирование является операцией обратной операции дифференцирования. В простейшем случае задача интегрирования сводится к нахождению численного значения I .

$$I = \int_a^b f(x) dx$$

Аналитическое решение интегралов основано на получении первообразной $F(x)$ подынтегральной функции $f(x)$, что $F'(x) = f(x)$. Тогда значение I находится по формуле Ньютона-Лейбница.

$$I = \int_a^b f(x) dx = F(b) - F(a)$$

Но не для любых функций $f(x)$ можно записать соответствующую ей первообразную $F(x)$. Во многих случаях первообразные функции не могут быть записаны в элементарных функциях. В таких случаях найти значение I можно только путем численного интегрирования.

Численное интегрирование является основным методом, используемым инженерами и учеными для получения приближенного ответа при вычислении определенных интегралов, которые нельзя вычислить аналитически. Численное интегрирование основано на аппроксимации подынтегральной функции другой функцией, для которой существует аналитическое решение определенного интеграла.

Разработаны различные методы численного интегрирования [1-4]: левых, правых и центральных прямоугольников, трапеций, парабол (или Симпсона), Симпсона 3/8, Буля, Гаусса-Лежандра, Монте-Карло. В большинстве методов интервал интегрирования разбивают на N простейших интервалов, на каждом из которых подынтегральную функцию заменяют другой более простой функцией, соответствующей используемому методу.

Количественной мерой эффективности метода является погрешность вычисления интеграла. Она зависит от вида подынтегральной функции и числа интервалов разбиений N . Однако увеличение N ведет к увеличению времени нахождения I .

19.1 Цель работы

Целью практической и лабораторной работ является:

- получение сведений об основных существующих алгоритмах численного интегрирования;
- получения навыков составления программы, находящих значение определенного интеграла;
- изучение возможностей среды программирования при компиляции и тестировании программы.

19.2 Задание на практическую работу

Вычислите значение определенного интеграла шестью методами: центральных прямоугольников, трапеций, парабол, Симпсона 3/8, Гаусса-Лежандра по двум и трем точкам. Для первых четырех методов количество интервалов разбиений принять равным 6. Определите полученные значения интеграла с точностью трех знаков после запятой. Результаты вычислений внесите в таблицу 19.1. Варианты исходных данных приведены в таблице 19.2.

Таблица 19.1 - Результаты вычислений

№	Метод решения	Значение интеграла
1	Метод центральных прямоугольников	
2	Метод трапеций	
3	Метод парабол	
4	Метод Симпсона 3/8	
5	Метод Гаусса-Лежандра по 2 точкам	
6	Метод Гаусса-Лежандра по 3 точкам	

Таблица 19.2 - Варианты заданий для практической работы

Номер варианта	Интеграл	Номер варианта	Интеграл	Номер варианта	Интеграл
1	$\int_{\pi/6}^{\pi/2} \frac{1 + \sin 2x}{2 - \cos x} dx$	11	$\int_0^1 x^2 \sqrt{1-x^2} dx$	21	$\int_1^4 \frac{e^x}{x^2} dx$
2	$\int_0^1 \frac{\sqrt{x}}{1+x} dx$	12	$\int_0^1 \sqrt{(1-x^2)^3} dx$	22	$\int_0^{\pi/2} \cos 2x \cdot \sin^5 x dx$
3	$\int_0^{\pi/4} \frac{x \cdot \sin x}{\cos^3 x} dx$	13	$\int_1^{10} \frac{1 + \lg x}{x} dx$	23	$\int_2^5 \frac{\sqrt{x^2-1}}{x^3} dx$
4	$\int_0^1 2^x + 2^{-x} dx$	14	$\int_1^4 \frac{e^{1/x}}{x^2} dx$	24	$\int_{\pi/6}^{\pi/2} \frac{1 + \cos 2x}{2 - \sin x} dx$
5	$\int_0^1 \sqrt{2x+x^2} dx$	15	$\int_{-2}^{-1} \frac{\cos^3 x}{\sqrt[3]{\sin x}} dx$	25	$\int_1^4 \sqrt{x} \log_2 x dx$
6	$\int_0^1 (\arcsin x)^4 dx$	16	$\int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sqrt{\cos x - \cos^3 x} dx$	26	$\int_{\pi/2}^{5\pi/2} \sqrt{x} \sin x dx$
7	$\int_0^2 \frac{e^x \sqrt{e^x-1}}{e^x+3} dx$	17	$\int_0^{\pi/2} \cos^5 x \cdot \sin 2x dx$	27	$\int_2^5 \sqrt{x} (x-1)^2 dx$
8	$\int_0^3 \frac{x^3}{x^2+3x+2} dx$	18	$\int_1^4 x \log_2 x dx$	28	$\int_1^7 \sqrt{x-1} \lg x dx$
9	$\int_1^4 \frac{\sqrt{x^2-1}}{x} dx$	19	$\int_0^{\pi/2} (\cos 3x + \sin x) dx$	29	$\int_1^4 \sqrt{x+1} (x-1)^3 dx$
10	$\int_{-3}^0 \sqrt{1-e^{2x}} dx$	20	$\int_1^4 \frac{\sqrt{x^3-1}}{x^2} dx$	30	$\int_2^5 (x^3-1) \sqrt{x^2-4} dx$

19.3 Задание на лабораторную работу

Для заданного преподавателем варианта задания составьте программу, которая находит значение интеграла $I = \int_a^b f(x)dx$ указанным численным методом. Вид подынтегральной функции взять из таблицы 19.2. Пределы интегрирования a , b , число интервалов разбиений n вводятся с клавиатуры. Формулы численного расчета интеграла на элементарном отрезке приведены в таблице 19.3. Длина шага определяется по формуле $h = \frac{a+b}{n}$.

При вычислении интеграла методом Гаусса-Лежандра при необходимости выполнить замены $x = \frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{2}t$, $dx = \frac{b-a}{2}dt$ и перейти от вычисления $I = \int_a^b f(x)dx$ к $I = \int_{-1}^1 f(t)dt$.

Варианты исходных данных для лабораторной работы приведены в таблице 19.4.

Таблица 19.3 - Формулы расчета интеграла на элементарном отрезке

Метод решения	Формула	Примечание
Метод левых прямоугольников	$h \cdot f_0$	$f_0 = f(x_0)$
Метод правых прямоугольников	$h \cdot f_1$	$f_1 = f(x_1)$
Метод центральных прямоугольников	$h \cdot f\left(\frac{x_0 + x_1}{2}\right)$	
Метод трапеций	$\frac{h}{2} \cdot [f_0 + f_1]$	$f_i = f(x_i)$
Метод парабол	$\frac{h}{3} \cdot [f_0 + 4f_1 + f_2]$	$f_i = f(x_i)$
Метод Симпсона 3/8	$\frac{3h}{8} \cdot [f_0 + 3f_1 + 3f_2 + f_3]$	$f_i = f(x_i)$
Метод Буля	$\frac{2h}{45} \cdot [7f_0 + 32f_1 + 12f_2 + 32f_3 + 7f_4]$	$f_i = f(x_i)$
Метод Гаусса-Лежандра по n точкам	$\omega_1 \cdot f(x_1) + \omega_2 \cdot f(x_2) + \dots + \omega_n \cdot f(x_n)$	при $n = 2$ $\omega_1 = \omega_2 = 1$, $x_1 = -1/\sqrt{3}$, $x_2 = 1/\sqrt{3}$ при $n = 3$ $\omega_1 = \omega_3 = \frac{5}{9}$, $\omega_2 = \frac{8}{9}$, $x_1 = -\sqrt{0,6}$, $x_2 = 0$, $x_3 = \sqrt{0,6}$

Входными данными являются: пределы интегрирования a и b , являющиеся вещественными числами, число интервалов разбиений N (либо количество точек в методе Гаусса-Лежандра или количество случайных точек в методе Монте-Карло) – целое число. Все входные значения вводятся с клавиатуры. Их абсолютное значение не превосходит 1000.

Выходным значением программы является значение интеграла I , которое выводится на экран.

Таблица 19.3 - Варианты заданий для лабораторной работы

Номер варианта	Метод вычисления интеграла	Номер варианта	Метод вычисления интеграла
1	Метод левых прямоугольников	16	Метод Буля
2	Метод центральных прямоугольников	17	Метод Гаусса-Лежандра по трем точкам
3	Метод правых прямоугольников	18	Метод Монте-Карло
4	Метод трапеций	19	Метод левых прямоугольников
5	Метод парабол	20	Метод правых прямоугольников
6	Метод Гаусса-Лежандра по двум точкам	21	Метод центральных прямоугольников
7	Метод Буля	22	Метод Симпсона 3/8
8	Метод Симпсона 3/8	23	Метод парабол
9	Метод Монте-Карло	24	Метод трапеций
10	Метод левых прямоугольников	25	Метод Буля
11	Метод правых прямоугольников	26	Метод Симпсона 3/8
12	Метод центральных прямоугольников	27	Метод Гаусса-Лежандра по двум точкам
13	Метод трапеций	28	Метод Монте-Карло
14	Метод парабол	29	Метод Симпсона 3/8
15	Метод центральных прямоугольников	30	Метод Гаусса-Лежандра по трем точкам

19.4 Порядок выполнения лабораторной работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее десяти тестов.
- Исследуйте зависимость погрешности вычисления интеграла от количества интервалов разбиений N .
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

19.5 Рекомендуемая литература

1. Мак-Кракен, Д. Численные методы и программирование на ФОРТРАНЕ / Д. Мак-Кракен, У. Дорн, пер. с англ. Б.Н. Казак. – М.: Мир, 1977. – 584 с.
2. Мудров, А. Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. / А. Е. Мудров. – Томск: МП «РАСКО», 1991. – 272 с.
3. Мэтьюз Д. Г. Численные методы. Использование MATLAB / Д.Г. Мэтьюз, К.Д. Финк, пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2001. – 720 с.
4. Дубинин, Д. В. Информатика: Численные методы / Д. В. Дубинин — Томск: ТУСУР, 2017. — 116 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7416> (дата обращения 1.06.2025).

20 ИНТЕРПОЛЯЦИЯ И ПРИБЛИЖЕНИЕ ПОЛИНОМАМИ

Интерполяция – это приближенное или точное нахождение какой-либо величины по известным отдельным значениям этой же или других величин, связанных с ней.

В первоначальном понимании под интерполяцией понималось восстановление функции по известным ее значениям или значениям ее производных в заданных точках. Предположим, что функция $y = f(x)$ известна в $N + 1$ точке $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N)$, где значения x_i принадлежат интервалу $[a; b]$ и располагаются в неубывающем порядке $a \leq x_0 \leq x_1 \leq \dots \leq x_N \leq b$ и $y_i = f(x_i)$. Точки $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N)$ называются узловыми. Задача интерполяции состоит в нахождении функции, которая проходила бы через данные точки (или вблизи их), чтобы вычислить предполагаемое значение y_k при значении аргумента x_k функции $f(x)$ в случае, когда x_k не является одной из узловых точек.

Условие прохождения интерполяционной функции через узловые точки называется условием Лагранжа. Все интерполяционные методы можно разделить на две группы. В первую группу входят методы, для которых условие Лагранжа выполняется. Во вторую группу входят методы, которые не требуют выполнения условия Лагранжа, поскольку априорно известно, что значения y_0, y_1, \dots, y_N были получены с экспериментальной погрешностью. В этом случае интерполяционная функция проходит вблизи узловых точек.

20.1 Цель работы

Целью практической и лабораторной работ является:

- получение сведений об основных существующих методах интерполяции;
- получения навыков составления программы, реализующей один из методов интерполяции;
- изучение возможностей среды программирования при компиляции и тестировании программы.

20.2 Задание на практическую работу

Для заданного преподавателем варианта задания вычислите значения параметров следующих интерполяционных функций:

А. интерполяционный полином Ньютона;

Б. кубический сплайн;

В. метод наименьших квадратов

В.1. для прямой линии, проходящей через начало координат,

В.2. для прямой линии, проведенной произвольно,

В.3. параболы, проходящей через начало координат,

В.4. параболы, проведенной произвольно.

Формулы интерполяционных функций:

А. $P_N(x) = a_0 + a_1(x - x_0) + \dots + a_N(x - x_0)(x - x_1)\dots(x - x_N),$

Б. $\varphi_i(x) = a_i + b_i(x - x_i) + c_i(x - x_i)^2 + d_i(x - x_i)^3, i = 0, 1, \dots, N - 1;$

В.1. $y = a_1x,$

В.2. $y = a_0 + a_1x,$

В.3. $y = a_1x + a_2x^2,$

В.4. $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$

Определите значения параметров интерполяционных функций с точностью до 0,001. Результаты вычислений внесите в таблицу 20.1. Варианты исходных данных приведены в таблице 20.2.

Используя табличный процессор, постройте графики интерполяционных функций.

Таблица 20.1 - Результаты вычислений интерполяционных функций

Полином Ньютона	Кубический сплайн	МНК
a_0	$a_0 b_0 c_0 d_0$	a_1
a_1	$a_1 b_1 c_1 d_1$	$a_0 a_1$
a_2	$a_2 b_2 c_2 d_2$	$a_1 a_2$
a_3	$a_3 b_3 c_3 d_3$	$a_0 a_1 a_2$
a_4		

Таблица 20.2 - Варианты заданий для практической работы

Номер варианта	Узловые точки
1	(-10; 20), (-2; -15), (11; -10), (14; -18), (16; 18)
2	(-16; -1), (-11; -7), (-10; 2), (4; -18), (18; 1)
3	(-21; 23), (-17; -4), (-15; 15), (3; -9), (16; -5)
4	(-15; 3), (0; 4), (2; 4), (4; -18), (24; 3)
5	(-22; 23), (-19; 14), (-17; -12), (-6; -22), (1; -2)
6	(2; -9), (4; -14), (14; -13), (15; -13), (22; 4)
7	(-17; -3), (-13; -5), (12; -24), (15; -22), (22; 25)
8	(-13; 13), (-10; 21), (-3; -10), (1; 16), (4; 23)
9	(-21; 11), (-5; -2), (-3; -2), (0; 10), (15; 3)
10	(-22; -11), (-11; -7), (3; -12), (16; 9), (21; -15)
11	(-9; 24), (-7; 0), (-3; -18), (18; -10), (22; 21)
12	(-5; 17), (-2; -3), (7; -10), (11; 0), (14; -11)
13	(-16; 2), (-13; -24), (-11; 9), (-2; 15), (4; -24)
14	(-10; -14), (13; -18), (16; 14), (22; 8), (25; -11)
15	(-19; -5), (-12; -9), (-8; 10), (-5; -1), (4; -2)
16	(-3; -10), (1; -15), (14; -16), (21; -16), (22; -2)
17	(-24; -10), (-8; 7), (10; -19), (16; 2), (24; 8)
18	(-24; 7), (-20; 14), (-7; 6), (-2; -15), (18; 23)
19	(-21; 10), (-20; -16), (0; -6), (1; 1), (15; -12)
20	(-18; 7), (-15; -5), (-11; 2), (4; -6), (10; 20)

Номер варианта	Узловые точки
21	(-24; -24), (4; 22), (7; 17), (16; 24), (22; -9)
22	(-15; 15), (-11; -7), (-10; 20), (0; 4), (1; -2)
23	(-17; -3), (-13; 13), (-5; -2), (4; -14), (16; 9)
24	(-9; 24), (-3; -18), (-2; -3), (4; -24), (13; -18)
25	(-8; 7), (-3; -10), (1; 1), (4; -6), (16; 2)
26	(-2; 6), (0; 9), (4; 3), (11; -2), (21; 5)
27	(-31; 5), (-30; -8), (10; -12), (11; 1), (25; -2)
28	(-3; 1), (-1; 21), (3; 10), (11; 6), (14; 13)
29	(-7; -13), (-3; -15), (2; -4), (5; -2), (12; 5)
30	(-11; 16), (-6; -3), (-3; 2), (0; 9), (5; 13)

20.3 Задание на лабораторную работу

Для заданного преподавателем варианта задания составьте программу, которая по входным данным определяет параметры интерполяционной функции указанного метода, выводит на экран монитора значения параметров интерполяционной функции, а также ее график и узловые точки. Построение графика выполнить с учетом масштабирования.

Входные данные: количество измерений N – переменная целочисленного типа ($2 < N < 11$), результаты измерений – вещественные значения $x_i, y_i, i = 1..N$. Входные значения вводятся из файла input.txt.

Таблица 20.3 - Варианты заданий для лабораторной работы

Номер варианта	Метод интерполяции	Номер варианта	Метод интерполяции
1	Полином Лагранжа	16	МНК, прямая линия $y = k \cdot x + b$
2	Полином Ньютона	17	МНК, парабола $y = a_1x + a_2x^2$
3	Алгебраический полином	18	МНК, парабола $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$
4	Параболический сплайн	19	Тригонометрический полином
5	МНК, прямая линия $y = k \cdot x$	20	Кривая Безье
6	МНК, прямая линия $y = k \cdot x + b$	21	Полином Лагранжа
7	МНК, парабола $y = a_1x + a_2x^2$	22	Полином Ньютона
8	МНК, парабола $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$	23	Алгебраический полином
9	Тригонометрический полином	24	Параболический сплайн
10	Кривая Безье	25	МНК, прямая линия $y = k \cdot x$
11	Полином Лагранжа	26	МНК, прямая линия $y = k \cdot x + b$
12	Полином Ньютона	27	МНК, парабола $y = a_1x + a_2x^2$
13	Алгебраический полином	28	МНК, парабола $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$
14	Параболический сплайн	29	Тригонометрический полином
15	МНК, прямая линия $y = k \cdot x$	30	Кривая Безье

20.4 Порядок выполнения лабораторной работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Составьте алгоритм решения задачи.
- Составьте схему алгоритма программы, используя обозначения, приведенные в Приложении Б.
- Используя среду программирования, напишите исходный код программы, откомпилируйте его, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Протестируйте правильность работы программы, составив не менее десяти тестов.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

20.5 Рекомендуемая литература

1. Мак-Кракен, Д. Численные методы и программирование на ФОРТРАНЕ / Д. Мак-Кракен, У. Дорн, пер. с англ. Б.Н. Казак. – М.: Мир, 1977. – 584 с.
2. Мудров, А. Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. / А. Е. Мудров. – Томск: МП «РАСКО», 1991. – 272 с.
3. Мэтьюз Д. Г. Численные методы. Использование MATLAB / Д.Г. Мэтьюз, К.Д. Финк, пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2001. – 720 с.
4. Дубинин, Д. В. Информатика: Численные методы / Д. В. Дубинин — Томск: ТУСУР, 2017. — 116 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7416> (дата обращения 1.06.2025).

21 МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПАКЕТ MATHCAD

MathCAD – программный продукт, который относится к системам автоматизированного программирования. Данный пакет позволяет проводить математические расчеты пользователям, не являющимися программистами. MathCAD имеет простой, интуитивно понятный интерфейс. Математические конструкции записываются в привычном виде. MathCAD способен проводить расчеты не только в числовой, но и в аналитической форме. Имеется большое количество встроенных математических функций, позволяющий решать линейные и нелинейные уравнения и системы уравнений, проводить матричные вычисления, операции дифференцирования и интегрирования, статистический расчет и анализ данных, выполнять построение двумерных и трехмерных графиков.

21.1 Цель работы

Целью лабораторной работы является:

- изучение возможностей среды MathCAD;
- получения навыков проведения вычислений в системе автоматизации математических расчетов MathCAD;
- получение навыков решения систем линейных уравнений;
- получение навыков точного и приближенного решения уравнений;
- получение навыков дифференциальных и интегральных вычислений;
- получение навыков проведения простейшей статистической обработки случайных величин.

21.2 Задание на лабораторную работу

Для заданного преподавателем варианта задания

- решите систему линейных уравнений
- составьте матрицу \mathbf{A} из коэффициентов системы уравнений, найдите ее детерминант, собственные числа и нормированные собственные векторы, получите матрицы \mathbf{A}^T и \mathbf{A}^{-1} ;
- найдите с точностью ε приближенное решение уравнения $f(x) = 0$;
- найдите функцию $g(x) = f'(x)$;
- постройте графики функций $f(x)$ и $g(x)$;
- найдите значение неопределенного интеграла $I_1 = \int h(x)dx$;
- вычислите значение определенного интеграла I_2 ;

- используя датчик случайных чисел, получите выборку из 100 элементов ($x_i \in [A, B], i = 1..100$), для которых найдите значения минимального и максимального элементов, значения среднего арифметического и среднего квадратичного, а также постройте гистограмму распределения выборки.

Исходные данные для лабораторной работы приведены в таблице 21.1.

Таблица 21.1 - Варианты заданий для лабораторной работы

<p>Вариант 1</p> $\begin{cases} -3x + 8y - 4z = -83 \\ -10x + 6y + 6z = 82 \\ 3x + 8y - 6z = -145 \end{cases}$ $f(x) = e^x - 2 - x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{2x^5 - 3x^2}{1 + 3x^3 - x^6}$ $I_2 = \int_{\pi/6}^{\pi/2} \frac{1 + \sin 2x + \cos 2x}{\sin x + \cos x} dx$ $A = 10, B = 70$	<p>Вариант 2</p> $\begin{cases} -2x + 2y - 10z = 14 \\ 4x + 5y + 7z = 30 \\ -6x - 3y - 9z = -24 \end{cases}$ $f(x) = \cos x + 1 - x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{2x + 3}{\sqrt{1 + x^2}}$ $I_2 = \int_0^1 \frac{\sqrt{x}}{1 + x} dx$ $A = 30, B = 150$	<p>Вариант 3</p> $\begin{cases} -8x - 2y - 7z = 82 \\ -7x + 3y + z = -47 \\ 10x - 5y - 3z = 90 \end{cases}$ $f(x) = \ln x - 5 + x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{\ln x}{x \cdot (1 - \ln^2 x)}$ $I_2 = \int_0^{\pi/4} \frac{x \cdot \sin x}{\cos^3 x} dx$ $A = 40, B = 100$
<p>Вариант 4</p> $\begin{cases} -7x - 11y + 3z = -45 \\ 11x - 4y + 11z = 164 \\ -8x + 3y + 8z = 41 \end{cases}$ $f(x) = x^3 + 3x - 1, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = x^2 + 2 \sin 3x + e^{2x}$ $I_2 = \int_0^1 2^x - 2^{-x} dx$ $A = -50, B = 10$	<p>Вариант 5</p> $\begin{cases} -10x - 10y + 6z = -218 \\ 8x + 8y + 5z = 96 \\ x + 9y - 3z = 121 \end{cases}$ $f(x) = x^5 + 5x + 1, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = e^x \cdot \sin^2 x$ $I_2 = \int_0^1 \sqrt{2x + x^2} dx$ $A = -20, B = 40$	<p>Вариант 6</p> $\begin{cases} 11x + 10y + z = 113 \\ 10x - 6y + 10z = 118 \\ 2x - 8y - 5z = -25 \end{cases}$ $f(x) = x \cdot e^x - 2, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = e^{2x^2 + \ln x}$ $I_2 = \int_0^1 (\arcsin x)^4 dx$ $A = -120, B = 20$
<p>Вариант 7</p> $\begin{cases} 6x - 5y + 5z = -60 \\ -3x + 6y - 8z = 16 \\ -2x + 8y - 8z = 20 \end{cases}$ $f(x) = x^3 + 3x - 1, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{e^x - 1}{e^x + 1}$ $I_2 = \int_0^{\ln 5} \frac{e^x \sqrt{e^x - 1}}{e^x + 3} dx$ $A = -15, B = 25$	<p>Вариант 8</p> $\begin{cases} 7x - 9y - 10z = -126 \\ -8x - 7y - 6z = -47 \\ 4x + 3y + 4z = 27 \end{cases}$ $f(x) = x \cdot \ln x - 10, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{1 - \operatorname{tg} x}{1 + \operatorname{tg} x}$ $I_2 = \int_0^{0.5} \frac{x^3}{x^2 - 3x + 2} dx$ $A = -35, B = 5$	<p>Вариант 9</p> $\begin{cases} 9x + 10y + 3z = 25 \\ 2x + 2y + 3z = -18 \\ -4x + 10y + 7z = -80 \end{cases}$ $f(x) = 3x - \sin x - 4, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{\sin x}{1 + \sin x}$ $I_2 = \int_1^2 \frac{\sqrt{x^2 - 1}}{x} dx$ $A = -50, B = 25$

<p>Вариант 10</p> $\begin{cases} 9x + 9y - 6z = -3 \\ 9x + 8y - 2z = -37 \\ -3x - 8y + 3z = -36 \end{cases}$ $f(x) = x \cdot \ln x - 8, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{x \cdot \arcsin x}{\sqrt{1-x^2}}$ $I_2 = \int_0^{-\ln 2} \sqrt{1-e^{2x}} dx$ $A = -150, B = 10$	<p>Вариант 11</p> $\begin{cases} -2x - 3y - 3z = 1 \\ -4x - 5y - 6z = 3 \\ -10x - 10y - 8z = 52 \end{cases}$ $f(x) = x + 2 - \sin x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{\sqrt{1+\cos x}}{\sin x}$ $I_2 = \int_0^1 x^2 \sqrt{1-x^2} dx$ $A = -80, B = 20$	<p>Вариант 12</p> $\begin{cases} -3x - 5y + 10z = 61 \\ -3x - 4y + 9z = 58 \\ -6x + 11y - 3z = 49 \end{cases}$ $f(x) = x^2 \operatorname{arctg} x - 1, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{3+x^3}{\sqrt{2+2x^2}}$ $I_2 = \int_0^1 \sqrt{(1-x^2)^3} dx$ $A = -110, B = -30$
<p>Вариант 13</p> $\begin{cases} -6x + 4y - 4z = -22 \\ 8x - 8y + 2z = 38 \\ 9x + 3y - 7z = -69 \end{cases}$ $f(x) = 2x - \ln x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{x\sqrt{1+x}}{\sqrt{1-x}}$ $I_2 = \int_1^e \frac{1+\lg x}{x} dx$ $A = -200, B = -150$	<p>Вариант 14</p> $\begin{cases} 9x + y + z = 108 \\ 2x + 6y - 7z = 11 \\ 4x + 8y + 7z = 175 \end{cases}$ $f(x) = 3x + \cos x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{\sqrt{2x+1}}{x^2}$ $I_2 = \int_1^2 \frac{e^{1/x}}{x^2} dx$ $A = -300, B = -200$	<p>Вариант 15</p> $\begin{cases} -11x - 9y - z = 15 \\ 4x + 6y + 3z = 40 \\ 11x + 3y + 6z = -7 \end{cases}$ $f(x) = x^2 \operatorname{tg} x - 10, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \frac{\operatorname{arctg} x}{(1+x)^3}$ $I_2 = \int_{-\pi/2}^{-\pi/4} \frac{\cos^3 x}{\sqrt[3]{\sin x}} dx$ $A = -60, B = 10$
<p>Вариант 16</p> $\begin{cases} -6x - 8y - 4z = -46 \\ -6x - 7y + 9z = -127 \\ -10x + y - 5z = 55 \end{cases}$ $f(x) = 3x - e^x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = x \cdot \sin x \cdot \cos x$ $I_2 = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sqrt{\cos x - \cos^3 x} dx$ $A = -25, B = -15$	<p>Вариант 17</p> $\begin{cases} 3x - 3y - 7z = 51 \\ 10x - 9y - 7z = 115 \\ -10x - 3y - 7z = -1 \end{cases}$ $f(x) = 50x - \cosh x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \sqrt{x^2 - 2x - 1}$ $I_2 = \int_0^{\pi/2} \cos^5 x \cdot \sin 2x dx$ $A = -5, B = 15$	<p>Вариант 18</p> $\begin{cases} 6x - 2y + 7z = -30 \\ -11x + 8y - 4z = 121 \\ 11x + 5y - 6z = -142 \end{cases}$ $f(x) = x^3 - \sinh x + 1, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \sqrt{1-4x-x^2}$ $I_2 = \int_1^2 x \log_2 x dx$ $A = -35, B = 25$
<p>Вариант 19</p> $\begin{cases} -2x - 6y - 8z = 104 \\ 4x + 9y + 2z = -105 \\ -2x + 10y + 8z = -152 \end{cases}$ $f(x) = 5x - e^x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = x \cdot \sin x \cdot \cos 2x$ $I_2 = \int_0^{\pi/2} (\cos 3x + \sin x) dx$ $A = -5, B = 15$	<p>Вариант 20</p> $\begin{cases} -9x + 6y + z = 91 \\ -3x - 10y + 4z = -72 \\ 6x + 2y - 6z = 8 \end{cases}$ $f(x) = 11x - e^{2x}, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = x \cdot \sin 2x \cdot \cos x$ $I_2 = \int_1^4 \frac{\sqrt{x^3-1}}{x^2} dx$ $A = -35, B = 25$	<p>Вариант 21</p> $\begin{cases} 9x + 7y + 4z = 49 \\ x + 3y + 6z = -29 \\ 7x + 6y - 2z = 75 \end{cases}$ $f(x) = 9x - e^{3x}, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = x \cdot \sin 3x \cdot \cos x$ $I_2 = \int_1^4 \frac{e^x}{x^2} dx$ $A = -70, B = 10$

<p>Вариант 22</p> $\begin{cases} 6x + 3y + 10z = -20 \\ 11x - 3y + 2z = 130 \\ 10x + 4y + z = 55 \end{cases}$ $f(x) = x + 1 - \sin x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = (1 + x^2) \cdot \ln x$ $I_2 = \int_0^{\pi/2} \cos 2x \cdot \sin^5 x \, dx$ $A = -150, B = -30$	<p>Вариант 23</p> $\begin{cases} -5x + 5y + 9z = -75 \\ 3x + 8y + 6z = -124 \\ 8x + 10y + 9z = -204 \end{cases}$ $f(x) = x - 7 + \lg x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = x \cdot \sin x \cdot \cos 3x$ $I_2 = \int_2^5 \frac{\sqrt{x^2 - 1}}{x^3} \, dx$ $A = -100, B = 40$	<p>Вариант 24</p> $\begin{cases} -4x + 2y + 5z = 65 \\ -5x + 10y + 5z = 50 \\ -10x + 2y + 8z = 140 \end{cases}$ $f(x) = 3x - \lg x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = (1 + x^3) \cdot \ln x$ $I_2 = \int_{\pi/6}^{\pi/2} \frac{1 + \cos 2x}{2 - \sin x} \, dx$ $A = -10, B = 50$
<p>Вариант 25</p> $\begin{cases} -3x + 16y - 5z = -137 \\ 4x - 13y + 8z = 164 \\ 7x + 11y + 4z = 42 \end{cases}$ $f(x) = 3x - 12 \cos x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = (1 + x) \cdot \ln(x + 1)$ $I_2 = \int_1^4 \sqrt{x} \log_2 x \, dx$ $A = -40, B = -20$	<p>Вариант 26</p> $\begin{cases} -2x + 6y - 25z = -74 \\ -4x - 3y + 11z = 49 \\ 9x + 13y - 4z = -100 \end{cases}$ $f(x) = 5x - 11 - \lg x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = x \cdot \sin 2x \cdot \cos 3x$ $I_2 = \int_{\pi/2}^{5\pi/2} \sqrt{x} \sin x \, dx$ $A = -20, B = 120$	<p>Вариант 27</p> $\begin{cases} 12x - 7y - 5z = 59 \\ 13x - 3y - 9z = 44 \\ 4x - 11y - 3z = 33 \end{cases}$ $f(x) = -2x + 17 \lg x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = (1 + x^4) \cdot \lg(x + 1)$ $I_2 = \int_2^5 \sqrt{x} (x - 1)^2 \, dx$ $A = -25, B = 15$
<p>Вариант 28</p> $\begin{cases} 7x + 11y - 5z = -118 \\ 11x - 5y - 6z = -61 \\ 8x - 13y + 8z = 89 \end{cases}$ $f(x) = x - 2 \cos x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \sqrt{1 - 9x - x^2}$ $I_2 = \int_1^7 \sqrt{x - 1} \cdot \lg x \, dx$ $A = -5, B = 45$	<p>Вариант 29</p> $\begin{cases} -4x + 11y + 5z = 77 \\ 9x - 2y - 6z = -28 \\ 3x - 4y - 5z = -15 \end{cases}$ $f(x) = x - 9 + \ln x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \sqrt{x^2 - 3x - 1}$ $I_2 = \int_1^4 \sqrt{x + 1} \cdot (x - 1)^3 \, dx$ $A = -25, B = 50$	<p>Вариант 30</p> $\begin{cases} 5x + 12y + 2z = -3 \\ 17x - 6y - 15z = 93 \\ 4x + 16y + 5z = -14 \end{cases}$ $f(x) = x - 3 \ln x, \varepsilon = 10^{-5}$ $h(x) = \sqrt{x^2 - 5x + 2}$ $I_2 = \int_2^5 (x^3 - 1) \sqrt{x^2 - 4} \, dx$ $A = -10, B = 150$

21.3 Порядок выполнения работы

- Получите у преподавателя номер варианта задания.
- Используя среду программирования MathCAD, напишите исходный код программы, исправив возникающие синтаксические ошибки.
- Проверьте правильность расчетов.
- Импортируйте созданный документ в текстовый редактор.
- Оформите отчет по лабораторной работе, защитите его у преподавателя.

21.4 Рекомендуемая литература

1. Гурский, Д. А. Вычисления в MathCAD 12. / Д. А. Гурский, Е.С. Турбина – СПб.: Питер, 2006. – 544 с.
2. Каганов, В. И. Компьютерные вычисления в средах Excel и MathCAD / В. И. Каганов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 328 с.
3. Очков В. Ф. MathCAD 12 для студентов и инженеров / В.Ф. Очков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 457 с.

22 ОЛИМПИАДНЫЕ ЗАДАНИЯ

В данном разделе приведены несколько задач, которые в разные годы предлагались для решения студентам направления подготовки «Электронная техника, радиотехника и связь» на олимпиадах по информатике. Для студентов этих специальностей данная дисциплина не является профильной.

При решении этих задач следует учитывать особенности проведения олимпиад. Решением задания является программа (файл с исходным текстом), составленная на одном из разрешенных языков программирования. К числу таких языков относятся Pascal, Си, C++, Python. Программа может использовать стандартные функции и не должна включать в себя других файлов и модулей. Входные данные каждой задачи расположены в одном файле, имя которого указано в тексте задачи. Программа должна формировать выходной файл с заданным именем. Входные и выходные файлы должны располагаться в текущем каталоге (директории). Категорически запрещается выводить какую-либо информацию на экран.

Проверка решений олимпиадных заданий проводится с помощью автоматизированной системы. Участник олимпиады отправляет файл с исходным текстом программы проверяющей системе, которая сначала выполняет его компиляцию. При отсутствии синтаксических ошибок система проверки запускает скомпилированную программу. В качестве входных данных используются заранее составленные тесты и образцы правильных ответов. Выходной файл, сформированный в результате работы программы участника, сравнивается с образцом. Если два файла полностью совпадают, то данный тест считается пройденным. Задание считается выполненным, если были успешно пройдены все тесты к данной задаче.

1. Перестановка

Пусть $P = (P_1, P_2, P_3, \dots, P_N)$ является перестановкой чисел $1, 2, 3, \dots, N$. Таблицей беспорядков перестановки P называют последовательность $T = (T_1, T_2, T_3, \dots, T_N)$, в которых T_i равно числу элементов перестановки P , стоящих (в P) левее числа i и больше i . Например для перестановки $P = (5, 9, 1, 8, 2, 6, 4, 7, 3)$ чисел $1, 2, 3, \dots, 9$ таблица беспорядков $P = (2, 3, 6, 4, 0, 2, 2, 1, 0)$. Написать программу, которая по заданной таблице беспорядков восстанавливает перестановку.

Входной файл – input.txt

Выходной файл – output.txt

Формат ввода-вывода

В первой строке входного файла указывается количество элементов перестановки $N \leq 50$. В последующих N строках даны элементы массива беспорядков.

Выходной файл содержит перестановку чисел $1, 2, 3, \dots, N$. Каждый элемент перестановки записывается в отдельной строке выходного файла.

Пример ввода	Пример вывода
4	3
1	1
2	4
0	2
0	

2. Полином

Взяв коэффициенты полинома от степени 8 до 0, приведите полином к удобочитаемому виду, удалив ненужные символ. Например, взяв коэффициенты 0, 0, 0, 1, 22, -333, 0, 1, -1, нужно сгенерировать выходной файл, содержащий строку $x^5 + 22x^4 - 333x^3 + x - 1$.

Правила форматирования заключаются в следующем:

- 1) Члены полинома должны появляться в порядке убывания степени.
- 2) Показатель степени должен появляться после символа "^".
- 3) Постоянные члены должны появляться только как константы.
- 4) Должны появляться только члены с ненулевыми коэффициентами, если только не все члены имеют нулевые коэффициенты (в этом случае появляется константа).
- 5) Требуется пробел с обеих сторон бинарных операций "+" и "-".
- 6) Если старший коэффициент положителен, ему не должен предшествовать знак, тогда как перед отрицательным старшим коэффициентом ставится унарный минус, как, например, в $-3x^2 + 4$.
- 7) Отрицательный коэффициент должен появляться как вычитаемый неотрицательный коэффициент, за исключением отрицательного старшего коэффициента, который оформляется, как было описано выше.
- 8) Константа "1" должна появляться только в постоянном члене.

Входной файл – input.txt

Выходной файл – output.txt

Формат ввода-вывода

Входной файл содержит одну строку коэффициентов, разделенных одним или несколькими пробелами. В строке девять коэффициентов, являющихся целыми числами, не превышающих по модулю 1000.

Выходной файл должен содержать одну строку с отформатированным полиномом.

Пример ввода	Пример вывода
0 0 0 1 22 -333 0 1 -1	$x^5 + 22x^4 - 333x^3 + x - 1$
0 0 0 0 0 0 -55 5 0	$-55x^2 + 5x$

3. Последовательность

Имеется последовательность цифр (от 1 до 9). Необходимо из этих цифр составить два числа так, чтобы их произведение было максимальным.

Входной файл – input.txt

Выходной файл – output.txt

Формат ввода-вывода

Входной файл содержит одну строку, в которой записана последовательность цифр. Цифры записаны без пробелов. Количество цифр в последовательности лежит в диапазоне от 2 до 65535.

Выходной файл содержит две строки. В первой строке необходимо записать больший множитель, во второй строке меньший множитель.

Пример ввода	Пример вывода
4213	41 32

4. Зеркальное отображение

Для целого положительного числа A , состоящего из N бит, зеркальным отображением является целое положительное число B , в котором старшие биты соответствуют младшим битам числа A , а младшие биты – старшим битам числа A соответственно. Например, для числа 46, закодированного 8 битами (00101110), зеркальным отображением будет число 116 (01110100). Составьте программу, которая находила зеркальное отображение заданного числа A .

Входной файл – input.txt

Выходной файл – output.txt

Формат ввода-вывода

Входной файл состоит из одной строки, содержащей два целых числа. Первое число – это число A , зеркальное отображение которого необходимо получить. Второе число – количество бит, которыми кодируется число A . Оно лежит в диапазоне от 1 до 31 включительно.

Выходной файл должен содержать одно целое число – зеркальное отображение числа A .

Пример ввода	Пример вывода
46 8	116

5. Кубики

Трехмерная фигура, состоит из единичных кубиков, как показано на рисунке 22.1. По фигуре можно построить ее фронтальную и правую проекции. Очевидно, что по этим двум проекциям не всегда можно восстановить фигуру. Напишите программу, которая получает на входе фронтальную и правую проекции фигуры и определяет минимальное и максимальное количество кубиков, которое можно было бы использовать для построения фигуры с заданными проекциями.

Входной файл – input.txt

Выходной файл – output.txt

Формат ввода-вывода

В первой строке входного файла через пробел записаны три числа k , l , m , которые определяют размеры фигуры. Числа k , l , m лежат в диапазоне от 2 до 100 включительно.

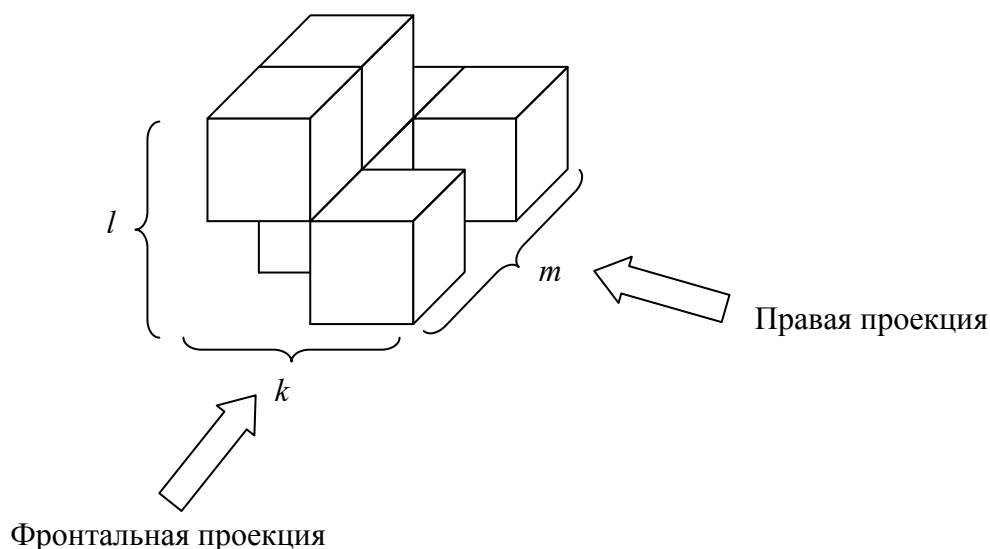


Рисунок 22.1 – Трехмерная фигура, состоящая из единичных кубиков

Дальше задаются две проекции: сначала фронтальная, а затем правая. Проекция задается l строками, каждая из которых состоит из чисел 0 и 1, разделенных пробелами. Для фронтальной проекции таких чисел будет k , а для правой – m . 0 означает свободную клетку проекции, 1 – заполненную.

Выходной файл содержит одну строку, в которой необходимо записать через пробел минимальное и максимальное значения количества единичных кубиков, которые можно было бы использовать для построения фигуры с заданными проекциями.

Пример ввода	Пример вывода
2 2 3 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1	5 8

6. Суперумножение

Даны два n -значных числа ($2 \leq n \leq 1000$). Найдите их произведение.

Входной файл – input.txt

Выходной файл – output.txt

Формат ввода-вывода

Входной файл содержит две строки, разделенные переводом строки, содержащие перемножаемые числа. Числа – целые, положительные, в десятичной системе счисления, длиной до тысячи знаков.

Выходной файл содержит десятичную запись числа, являющегося произведением двух исходных.

Пример ввода	Пример вывода
943 1654	1559722

7. Квадратный массив

Дан квадратный массив целых чисел (от 0 до 100) размерности $M \times M$. Изначально текущей считается левая верхняя позиция массива (координаты 1, 1). За один ход можно переместиться на одну позицию вниз или на одну позицию вправо. Необходимо найти такой путь от левого верхнего угла к правому нижнему, сумма элементов которого максимальна.

10	15	20	40
20	30	40	10
15	50	70	25
80	40	20	44

Входной файл – input.txt

Выходной файл – output.txt

Формат ввода-вывода

Первая строка входного файла содержит число M $2 \leq M \leq 100$. Следующие M строк входного файла содержат элементы матрицы – по M элементов в строке. Элементы в строке разделены пробелами.

В выходной файл записать сумму элементов найденного пути, включая начальный (1, 1) и конечный (M , M) элемент.

Пример ввода	Пример вывода
4 10 15 20 40 20 30 40 10 15 50 70 25 80 40 20 44	249

8. Площадь прямоугольников

Составьте программу, вычисляющую общую площадь, занимаемую N прямоугольниками, расположенными на плоскости. Координаты верхнего левого угла (x_1, y_1) и правого нижнего угла (x_2, y_2) всех прямоугольников записаны последовательно в текстовом файле.

Входной файл – input.txt

Выходной файл – output.txt

Формат ввода-вывода

Первая строка входного файла содержит число N $2 \leq N \leq 1000$. Следующие N строк входного файла содержат четыре числа – значения координат верхнего левого и правого нижнего углов: x_1 , y_1 , x_2 , y_2 . Координаты каждой вершины являются целыми числами и лежат в диапазоне от 0 до 65535. Элементы в строке разделены пробелами.

Выходной файл содержит одно целое число, которое равно общей площади, занимаемой всеми прямоугольниками.

Пример ввода	Пример вывода
3 33 45 36 22 25 58 28 55 58 76 66 68	142

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Образовательный стандарт вуза ОС ТУСУР 01-2021. Работы студенческие по направлениям подготовки и специальностям технического профиля. Общие требования и правила оформления от 25.11.2021: / К. В. Жук и др.; - Томск : ТУСУР, 2021. 52 с.
2. ГОСТ 19.001-77 ЕСПД. Общие положения.
3. ГОСТ 19.101-77 ЕСПД. Виды программ и программных документов.
4. ГОСТ 19.102-77 ЕСПД. Стадии разработки.
5. ГОСТ 19.103-77 ЕСПД. Обозначение программ и программных документов.
6. ГОСТ 19.104-78 ЕСПД. Основные надписи.
7. ГОСТ 19.105-78 ЕСПД. Общие требования к программным документам.
8. ГОСТ 19.106-78 ЕСПД. Требования к программным документам, выполненным печатным способом.
9. ГОСТ 19.201-78 ЕСПД. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.
10. ГОСТ 19.202-78 ЕСПД. Спецификация. Требования к содержанию и оформлению.
11. ГОСТ 19.301-79 ЕСПД. Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению.
12. ГОСТ 19.401-78 ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.
13. ГОСТ 19.402-78 ЕСПД. Описание программы.
14. ГОСТ 19.404-79 ЕСПД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.
15. ГОСТ 19.502-78 ЕСПД. Описание применения. Требования к содержанию и оформлению.
16. ГОСТ 19.503-79 ЕСПД. Руководство системного программиста. Требования к содержанию и оформлению.
17. ГОСТ 19.504-79 ЕСПД. Руководство программиста. Требования к содержанию и оформлению.
18. ГОСТ 19.505-79 ЕСПД. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению.
19. ГОСТ 19.508-79 ЕСПД. Руководство по техническому обслуживанию. Требования к содержанию и оформлению.
20. ГОСТ 19.701-90 (ИСО 5807-85) ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения.
21. Информатика. Базовый курс : учебник для вузов. / С В. Симонович [и др.]; под общей редакцией С. В. Симоновича. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2015. – 640 с.
22. Информатика: Учебник для вузов / Н. В. Макарова [и др.]; под общей редакцией Н. В. Макаровой – СПб.: Питер, 2012. – 576 с.

23. Острейковский, В. А. Информатика : Учебник для вузов/ В. А. Острейковского. – М.: Высшая школа, 2005. – 510 с.
24. Алексеев, А. П. Информатика 2015 : учебное пособие/ А. П. Алексеев. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2015. – 400 с.
25. Мюллер, С. Модернизация и ремонт ПК, 18-е издание/ С. Мюллер, пер. с англ. С.А. Храмова – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2009. – 1280 с.
26. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера / Э. Таненбаум, Т. Остин. 6-е издание. – СПб.: Питер, 2013. – 816 с.
27. Уинер, Р. Язык Турбо Си/ Р. Уинер, пер. с англ. под ред. В. В. Матеев. – М., Мир, 1991 – 380 с.
28. Поттс, С. Borland C++ в примерах / С. Поттс, Т.С. Монк. перевод с англ. – Мн., ООО «Попурри», 1996, 752 с.
29. Касаткин А.И. Профессиональное программирование на языке Си. В трех томах. / А.И. Касаткин. – Мн.: Выш. Шк., 1993.
30. Уэйт, М. Язык Си. Руководство для начинающих / М. Уэйт, С. Прата, С. Мартин; перевод с английского Л. Н. Горинович, В. С. Явнилович; под ред. Э. А. Трахтенгерца. – М.: Мир, 1989. – 605 с.
31. Рейсдорф, К. Borland C++ Builder. Освой самостоятельно. / К. Рейсдорф, К. Хендерсон, пер. с англ. – М., «Издательство БИНОМ», 1998. – 704 с.
32. Архангельский, А. Я. Программирование с C++Builder 6. / А.Я. Архангельский – М. : ЗАО «Издательство БИНОМ», 2004. – 1152 с.
33. Зуев, Е.А. Программирование на языке Турбо-Паскаль 6.0., 7.0 / Е. А. Зуев – М.: Веста, Радио и связь, 1993. – 384 с.
34. Фаронов, В.В. Turbo Pascal : учебное пособие для вузов / В. В. Фаронов. – СПб.: ПИТЕР, 2012. – 367 с.
35. Кнут, Д. Э. Искусство программирования / Д. Э. Кнут, пер. с англ. Ю.В. Козаченко. – М. : Вильямс, 2003. – 832 с.
36. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных / Н. Вирт, перевод с англ. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 352 с.
37. Мак-Кракен, Д. Численные методы и программирование на ФОРТРАНЕ / Д. Мак-Кракен, У. Дорн, пер. с англ. Б.Н. Казак. – М.: Мир, 1977. – 584 с.
38. Мудров, А. Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. / А. Е. Мудров. – Томск: МП «РАСКО», 1991. – 272 с.
39. Мэтьюз Д. Г. Численные методы. Использование MATLAB / Д.Г. Мэтьюз, К.Д. Финк, пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2001. – 720 с.
40. Соболев, И. Д. Численные методы Монте-Карло / И. Д. Соболев. – М.: Наука, 1973. – 312 с.
41. Гурский, Д. А. Вычисления в MathCAD 12. / Д. А. Гурский, Е.С. Турбина – СПб.: Питер, 2006. – 544 с.
42. Очков В. Ф. MathCAD 12 для студентов и инженеров / В.Ф. Очков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 457 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А
(СПРАВОЧНОЕ)
ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Отчет по лабораторной работе по дисциплине «Информационные технологии»

Студент группы 145-1

_____ С.В. Лопарев

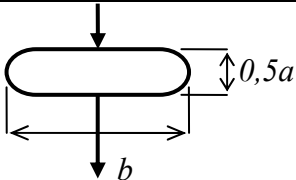
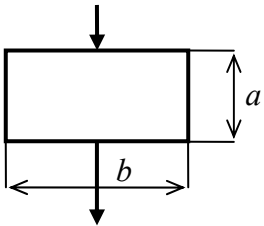
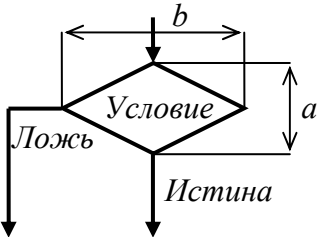
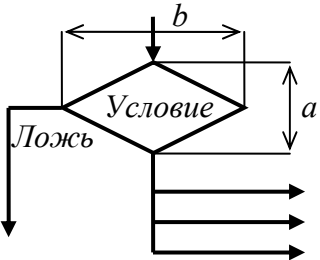
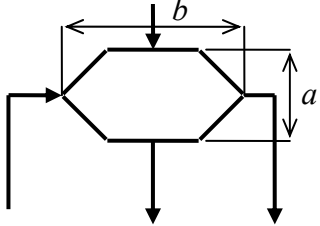
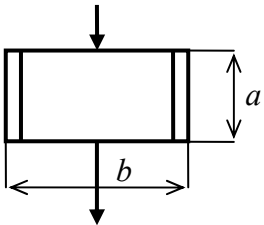
Руководитель

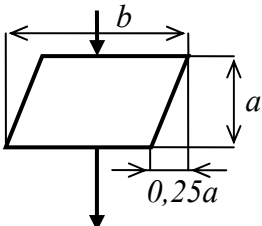
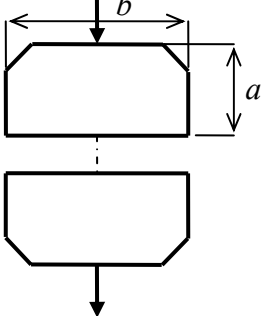
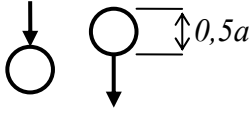
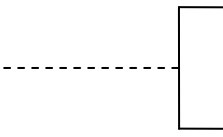
Доцент кафедры РСС, к.т.н.

_____ Д.В. Дубинин

Томск 2025











































ПРИЛОЖЕНИЕ Б **(СПРАВОЧНОЕ)** **ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СХЕМЫ АЛГОРИТМА**

Наименование	Описание	Графическое обозначение
1. Терминатор	Начало или конец программы, вход или выход в подпрограммах. Внутри символа записываются слова «начало» или «конец».	
2. Процесс	Формирование новых значений, выполнение арифметических или логических операций или действий, результаты которых запоминаются в ОЗУ ЭВМ. Внутри символа указываются выполняемые действия.	
3. Решение	а) выбор одного из двух направлений выполнения алгоритма в зависимости от некоторого условия. Внутри символа записывается проверяемое условие. Результаты вычисления условия записываются рядом с выходными линиями. б) выбор одного из "n" направлений выполнения алгоритма в зависимости от некоторых условий при $n > 2$. Каждый выход из символа должен сопровождаться соответствующим значениям условия.	 
4. Модификация	Символ означает модификацию команды или группы команд с целью воздействия на некоторую последующую функцию. Внутри символа записывается имя переключателя и условие его модификации.	
5. Предопределенный процесс	Вычисление по подпрограмме, использование ранее созданных и отдельно описанных алгоритмов. Внутри символа записывается имя подпрограммы и параметры, при которых программа будет выполняться.	

Наименование	Описание	Графическое обозначение
6. Данные	Ввод или вывод данных без конкретизации устройства ввода/вывода. Внутри символа записываются имена данных и производимая над ними операция.	
7. Границы циклов	Символ, состоящий из двух частей, отображает начало и конец цикла. Блоки, составляющие тело цикла, записываются между этими символами. Условия для инициализации, приращения, завершения и т.д. помещаются внутри символа в начале или конце в зависимости от расположения операции, проверяющей условие окончания цикла.	
8. Соединитель	Разрыв линий потока. Символ используется для обрыва линии и продолжении ее в другом месте. Соответствующие символы соединители должны содержать одно и то же уникальное обозначение.	
9. Комментарий	Символ используется для добавления описательных комментариев или пояснительных записей. Текст комментариев или примечаний должен быть помещен около ограничивающей фигуры.	

Значение a принимается из ряда чисел 10, 15, 20, ... мм, $b = 1,5a$.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(СПРАВОЧНОЕ)
РАСШИРЕННАЯ ТАБЛИЦА КОДИРОВКИ СР 866

Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ
128	А	144	Р	160	а	176		192	Л	208		224	р	240	Ё
129	Б	145	С	161	б	177		193	┐	209		225	с	241	ё
130	В	146	Т	162	в	178		194	└	210		226	т	242	Є
131	Г	147	У	163	г	179		195	┌	211		227	у	243	є
132	Д	148	Ф	164	д	180		196	─	212		228	ф	244	Ї
133	Е	149	Х	165	е	181		197	├	213		229	х	245	ї
134	Ж	150	Ц	166	ж	182		198		214		230	ц	246	Ў
135	З	151	Ч	167	з	183		199		215		231	ч	247	ў
136	И	152	Ш	168	и	184		200		216		232	ш	248	°
137	Й	153	Щ	169	й	185		201		217		233	щ	249	·
138	К	154	Ъ	170	к	186		202		218		234	ъ	250	·
139	Л	155	Ы	171	л	187		203		219		235	ы	251	√
140	М	156	Ь	172	м	188		204		220		236	ь	252	№
141	Н	157	Э	173	н	189		205		221		237	э	253	α
142	О	158	Ю	174	о	190		206		222		238	ю	254	■
143	П	159	Я	175	п	191		207		223		239	я	255	