

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



СТРУКТУРНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ C/C++:

методические указания к лабораторным работам по дисциплине

“Основы программирования и алгоритмические языки”

для студентов дневной и заочной формы обучения
направления 6.0804 – “Компьютерные науки”

Часть 2

Севастополь
2006

УДК 004.42 (075.8)

Структурное программирование на языке C/C++: методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Основы программирования и алгоритмические языки” для студентов дневной и заочной формы обучения направления 6.0804 – “Компьютерные науки”, часть 2/ Сост. **В.Н. Бондарев.**— Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. — 74с.

Цель указаний: оказать помощь студентам направления «Компьютерные науки» при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Основы программирования и алгоритмические языки» в интегрированной среде программирования Turbo C/C++ (Borland C/C++).

Методические указания составлены в соответствии с требованиями программы дисциплины "Основы программирования и алгоритмические языки" для студентов направления 6.0804 и утверждены на заседании кафедры информационных систем протокол № 8 от 15 февраля 2006 года.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Кожаяев Е.А., кандидат технических наук, доцент кафедры кибернетики и вычислительной техники

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Цели и задачи лабораторных работ.....	4
Выбор вариантов и график выполнения лабораторных работ.....	4
Требования к оформлению отчета.....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7	22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8	38
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9	50
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10	59
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	74

ВВЕДЕНИЕ

Цели и задачи лабораторных работ

Основная цель выполнения настоящих лабораторных работ – получение практических навыков создания и отладки программ на языке C/C++, использующих сложные типы данных. В результате выполнения лабораторных работ студенты должны углубить знания основных теоретических положений дисциплины "Основы программирования и алгоритмические языки", решая практические задачи на ЭВМ.

Студенты должны получить практические навыки работы в интегрированной системе программирования Borland C/C++, навыки разработки программ, использующих текстовые и типизированные файлы, структуры, динамические списковые и древовидные структуры данных, графическую библиотеку.

Выбор вариантов и график выполнения лабораторных работ

При изучении раздела "Программирование на языке C/C++" (часть 2) выполняется пять лабораторных работ. Все работы выполняются в течение 4 академических часов.

В лабораторных работах студент решает заданную индивидуальным вариантом задачу. Варианты заданий приведены к каждой лабораторной работе и уточняются преподавателем. Номер варианта выбирается в соответствии с номером зачетной книжки студента. Вариант вычисляется как остаток от деления числа, соответствующего двум последним цифрам в номере зачетной книжки, на 30. Например, две последние цифры зачетки 46. Тогда остаток деления 46 на 30 будет равен 16. Следовательно, студент выбирает вариант 16.

Лабораторная работа выполняется в два этапа. На первом этапе, выполняемом самостоятельно, студент должен подготовить следующее:

- проработать по конспекту и рекомендованной литературе, приведенной в конце настоящих методических указаний, основные теоретические положения лабораторной работы и ответить на контрольные вопросы;
- разработать алгоритм решения задачи и составить его структурную схему;
- описать структурную схему алгоритма;
- написать программу на языке C/C++ и описать ее;
- оформить результаты первого этапа в виде заготовки отчета по лабораторной работе (**студенты-заочники** первый этап выполнения лабораторных работ оформляют в виде контрольной работы, которую сдают на кафедру до начала зачетно-экзаменационной сессии).

На втором этапе, выполняемом в лабораториях кафедры, студент должен:

- отладить программу;
- разработать и выполнить тестовый пример;

- защитить отчёт по лабораторной работе.

Студенты дневного отделения должны выполнять и защищать работы **строго по графику**. График выполнения лабораторных работ:

- лабораторная работа 6 – 10-ая неделя весеннего семестра;
- лабораторная работа 7 – 12-ая неделя весеннего семестра;
- лабораторная работа 8 – 13-ая неделя весеннего семестра;
- лабораторная работа 9 – 14-ая неделя весеннего семестра;
- лабораторная работа 10 – 16-ая неделя весеннего семестра;

Требования к оформлению отчета

Отчёт по лабораторной работе оформляется каждым студентом индивидуально. В общем случае отчёт должен включать: название и номер лабораторной работы; цель работы; вариант задания и постановку задачи; разработку и описание алгоритма решения задачи; описание средств языка C/C++, привлекаемых для решения задачи; разработку и описание программы; выводы по работе; приложения. Содержание отчета указано в методических указаниях к каждой лабораторной работе.

Постановка задачи представляет изложение содержания задачи, цели её решения. На этом этапе должны быть полностью определены исходные данные, перечислены задачи по преобразованию и обработке входных данных, дана характеристика результатов, описаны выходные данные.

Разработка алгоритмов решения задачи предполагает математическую формулировку задачи и описание решения задачи на уровне схем алгоритмов. Схемы алгоритмов должны быть выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ и сопровождаться описанием.

Описание средств языка содержит общие сведения об управляющих конструкциях и декларациях языка, используемых в лабораторной работе.

Разработка и описание программы включает описание вычислительного процесса на языке C/C++. Кроме текста программы, в отчёте представляется её пооператорное описание, даётся обоснование выбора конструкций языка, обеспечивающих решение задачи конкретной лабораторной работы.

В приложении приводятся распечатки, полученные во всех отладочных прогонах программы с анализом ошибок, результаты решений тестового примера.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ НАД СТРОКАМИ И ФАЙЛАМИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение основных операций над строками и файлами, программирование операций обработки строк текстовых файлов, исследование свойств файловых указателей.

2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

1. Написать программу, которая считывает из текстового файла три предложения и выводит их в обратном порядке. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

2. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит на экран только предложения, содержащие введенное с клавиатуры слово. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

3. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит на экран только строки, содержащие двузначные числа. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

4. Написать программу, которая считывает английский текст из файла и выводит на экран слова, начинающиеся с гласных букв. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

5. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит его на экран, меняя местами каждые два соседних слова. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

6. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит на экран только предложения, не содержащие запятых. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

7. Написать программу, которая считывает текст из файла и определяет, сколько в нем слов, состоящих не более чем из четырех букв. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

8. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит на экран только цитаты, то есть предложения, заключенные в кавычки. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

9. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит на экран только предложения, состоящие из заданного количества слов. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

10. Написать программу, которая считывает английский текст из файла и выводит на экран слова текста, начинающиеся и оканчивающиеся на гласные буквы. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

11. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит на экран только строки, не содержащие двузначных чисел. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

12. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит на экран только предложения, начинающиеся с тире, перед которым могут находиться только пробельные символы. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

13. Написать программу, которая считывает английский текст из файла и выводит его на экран, заменив каждую первую букву слов, начинающихся с гласной буквы, на прописную. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

14. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит его на экран, заменив цифры от 0 до 9 на слова «ноль», «один»...«девять», начиная каждое предложение с новой строки. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

15. Написать программу, которая считывает текст из файла, находит самое длинное слово и определяет, сколько раз оно встретилось в тексте. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

16. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит на экран сначала вопросительные, а затем восклицательные предложения. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

17. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит его на экран, после каждого предложения добавляя, сколько раз встретилось в нем введенное с клавиатуры слово. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

18. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит на экран все его предложения в обратном порядке. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

19. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит на экран сначала предложения, начинающиеся с однобуквенных слов, а затем все остальные. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

20. Написать программу, которая считывает текст из файла и вычисляет количество открытых закрытых скобок. Дописать вычисленные значения в конец каждой строки. Результаты записать в новый файл. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

21. Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит на экран предложения, содержащие максимальное количество знаков пунктуации. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

22. Даны два текстовых файла. Удалить из этих файлов строки, которые имеют одинаковые номера, но сами не являются одинаковыми. Результаты записать в новый файл. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

23. В каждой строке текстового файла найти наиболее длинную последовательность цифр. Значение ее длины преобразовать в строку, которую записать в начале строки файла. Результаты записать в новый файл. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств C.

24. Даны два текстовых файла. Создать третий файл из символов, которые записаны в позициях с одинаковыми номерами, но различаются между собой. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов C++.

25. Дан текстовый файл с программой. Исключить комментарии в тексте С программы. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств С.

26. Написать программу, которая подсчитывает количество пустых строк в текстовом файле. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов С++.

27. Написать программу, которая находит максимальную длину строки текстового файла и печатает эту строку. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств С.

28. Пусть текстовый файл разбит на непустые строки. Написать программу для подсчета числа строк, которые начинаются и оканчиваются одной и той же литерой. Ввод-вывод осуществлять с помощью классов С++.

29. Пусть текстовый файл разбит на непустые строки. Написать программу для подсчета числа строк, которые состоят из одинаковых литер. Ввод-вывод осуществлять с помощью средств С.

30. Написать программу, переписывающую содержимое текстового файла t2 в текстовый файл t1 (с сохранением деления на строки). Ввод-вывод осуществлять с помощью классов С++.

3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

3.1. Строки

В языке С *строка* представляет собой массив символов, завершающийся *терминатором строки* – символом с нулевым значением (‘\0’). При объявлении строкового массива необходимо принимать во внимание наличие терминатора в конце строки, отводя тем самым под строку на один байт больше. Удобно задавать длину строки именованной константой:

```
const int len_str = 80;  
char stroka[len_str];
```

В переменной **stroka** можно хранить не 80 символов, а только 79.

Строки можно при описании *инициализировать* строковой константой. При этом нуль-символ (‘\0’) добавляется в строку автоматически:

```
char a[10] = “язык си”;
```

Если строка при определении инициализируется, её длину можно не указывать:

```
char a[] = “язык си”;
```

В этом случае компилятор сам выделит память достаточную для размещения всех символов и нуль-литеры.

Для размещения строки в *динамической памяти* необходимо описать указатель на **char**, а затем выделить память с помощью функции **malloc()** или **new**:

```
char *s1 = (char*) malloc(m*sizeof(char));
char *s2 = new char[m];
```

здесь **m** – переменная, определяющая длину строки.

Для ввода-вывода строк можно использовать как *объекты* **cin** и **cout** языка C++, так и функции языка C. Рассмотрим сначала первый способ:

```
#include <iostream.h>
int main() {
    const int n = 80;
    char s[n];
    cin>>s; cout<<s<<endl;
}
```

Таким образом, строка вводится аналогично числовым переменным. Однако, если ввести строку, состоящую из нескольких слов, разделенных пробелами, то будет введено только первое слово. Это связано с тем, что ввод выполняется до первого пробельного символа (' ', '\t', '\n'). Поэтому для ввода строки лучше использовать функции **getline** или **get**:

```
#include <iostream.h>
int main() {
    const int n = 80;
    char s[n];
    cin.getline(s,n); cout<<s<<endl;
    cin.get(s,n); cout<<s<<endl;
}
```

Функция **getline** считывает из входного потока **n-1** символов или менее (если символ '\n' встретится раньше) и записывает их в строковую переменную **s**. Сам символ '\n' тоже считывается, но не записывается в **s**, вместо него записывается нуль-литера ('\0'). Если в потоке более **n-1** символов, то следующий ввод будет выполняться, начиная с первого нечитанного символа.

Функция **get** работает аналогично, но оставляет в потоке символ '\n'. Поэтому перед повторным вызовом **get** необходимо удалять символ '\n' из входного потока. Для этого нужно вызвать **get** без параметров – **cin.get()**.

В языке C для ввода и вывода строк используются функции **scanf** и **printf** со спецификацией **%s**:

```
#include <stdio.h>
int main() {
    const int n = 40;
```

```
char s[n];
scanf("%s",s); printf("%s",s);
}
```

В функции **scanf** перед **s** операция взятия адреса (**&**) опущена, потому что имя массива является указателем на его начало. Функция **scanf** выполняет ввод до первого пробельного символа. Чтобы ввести строку, состоящую из нескольких слов, используйте спецификацию **%c**:

```
scanf("%20c",s);
```

В этом случае количество считываемых символов может быть только константой, и короткие строки придется при вводе дополнять пробелами до требуемой длины строки.

Библиотека языка C содержит функции, специально предназначенные для ввода (**gets**) и вывода (**puts**) строк.

Функция **gets(s)** читает символы с клавиатуры до появления символа **'\n'** и помещает их в строку **s** (сам символ **'\n'** в строку не включается, вместо него вносится **'\0'**). Функция возвращает указатель на **s**, а случае ошибки или конца файла – **NULL**. Однако функция **gets** не контролирует количество введенных символов в **s**, что может приводить к выходу за границы **s**.

Функция **puts(s)** выводит строку **s** на стандартное устройство вывода, заменяя завершающий символ **'\0'** на символ новой строки.

Большинство функций работы со строками описаны в головном файле **string.h**. Некоторые из этих функций указаны в таблице. 1. Здесь аргументы **s** и **t** принадлежат типу **char***, **cs** и **ct** – типу **const char***, **n** – типу **size_t**, **c** – типу **int**, приведенному к **char**.

Например, чтобы строке **s** присвоить значение строки **t** можно использовать функции **strcpy** или **strncpy**:

```
char t[] = " Язык Си ";
char *s = new char[m];
strcpy(s,t);
strncpy(s,t,strlen(t)+1);
```

Функция **strcpy(s,t)** копирует все символы из строки **t**, включая и нуль-литеру, в строку, на которую указывает **s**. Функция **strncpy(s,t,n)** выполняет то же самое, но не более **n** символов. При этом если нуль-символ встретится раньше, копирование прекращается, и оставшиеся символы строки **s** заполняются нуль-символами. Если **n** меньше или равно длине строки **t**, завершающая нуль-литера не добавляется. Обе функции возвращают указатель на результирующую строку.

Функция **strlen(t)** возвращает фактическую длину строки **t**, не включая нуль-литеру.

Таблица 1 – Функции для обработки строк

char* strcpy(s,ct)	копирует стринг <i>ct</i> в стринг <i>s</i> ; возвращает <i>s</i>
char* strcat(s,ct)	соединяет строку <i>s</i> и <i>ct</i>
char* strcmp(cs,ct)	сравнивает <i>cs</i> и <i>ct</i>
char* strchr(cs,c)	возвращает указатель на первое <i>c</i> в <i>cs</i>
char* strrchr(cs,c)	возвращает указатель на последнее <i>c</i> в <i>cs</i>
size_t strspn(cs,ct)	возвращает число символов в начале <i>cs</i> , ни один из которых не входит в строку <i>ct</i>
size_t strcspn(cs,ct)	возвращает число символов в начале <i>cs</i> , которые принадлежат множеству символов из строки <i>ct</i>
char* strpbrk(cs,ct)	возвращает указатель в <i>cs</i> на первую литеру, которая совпала с одной из литер, входящих в <i>ct</i>
char* strstr(cs,ct)	возвращает указатель на первое вхождение <i>ct</i> в <i>cs</i>
size_t strlen(cs)	возвращает длину <i>cs</i>
char* strtok(s,ct)	ищет в <i>s</i> лексему, ограниченную литерами из <i>ct</i>

3.2. Функции файлового ввода-вывода

Язык C++ унаследовал от языка C библиотеку стандартных функций ввода-вывода. Функции ввода-вывода объявлены в заголовочном файле **<stdio.h>**. Операции ввода-вывода осуществляются с файлами. Файл может быть *текстовым* или *бинарным* (двоичным). Различие между ними заключается в том, что текстовый файл разбит на строки. Признаком конца строки является пара символов **'\\r'** (возврат каретки) и **'\\n'** (перевод строки). При вводе или выводе значений из текстового файла они *требуют преобразований* во внутреннюю форму хранения этих значений в соответствии с их типами, объявленными в программе. Бинарный файл – это просто последовательность символов. При вводе-выводе информации в бинарные файлы никаких преобразований не выполняется. Поэтому работа с бинарными файлами выполняется быстрее.

В языке C реализован так называемый *поточный ввод-вывод*. Термин поток происходит из представления процесса ввода-вывода информации в файл в виде последовательности или потока байтов. Все потоковые функции ввода-вывода обеспечивают буферизированный, *форматированный* или *неформатированный ввод-вывод*.

Перед тем, как выполнять операции ввода или вывода в файловый поток его следует открыть с помощью функции **fopen()**. Эта функция имеет следующий прототип:

FILE *fopen(const char *filename, const char *mode);

Функция **fopen()** открывает файл с именем **filename** и возвращает указатель на файловый поток, используемый в последующих операциях с файлом. Параметр

mode является строкой, задающей режим, в котором открывается файл. Он может принимать значения, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы открытия файлов

Режим	Описание режима
r	Файл открывается только для чтения
w	Файл создается только для записи. Если файл с этим именем уже существует, он будет перезаписан. Чтение из файла не разрешено.
a	Режим добавления записей (append). Файл открывается только для записи в конец или создается только для записи, если он еще не существует. Чтение не разрешено.
r+	Существующий файл открывается для обновления (считывания и записи)
w+	Создается новый файл для обновления. Перезаписывается любой существующий файл с тем же именем.
a+	Файл открывается для добавления в конец; если файл не существует, он создается, и любой существующий файл с тем же именем перезаписывается.

Чтобы указать, что данный файл открывается или создается как текстовый, добавьте символ **t** в строку режима (например, “**rt**”, “**w+t**” и т.п.). Аналогично можно сообщить, что файл открывается или создается как бинарный. Для этого добавьте в строку режима символ **b** (например, “**wb**”, “**a+b**”).

В случае успеха функция **fopen** возвращает указатель на открытый поток, в случае ошибки – **NULL**. Например:

```
FILE *fptr = fopen(“mytxt.txt”, “rt”);
```

Здесь объявляется переменная **fptr** – указатель на файловый поток и выполняется её инициализация с помощью функции **fopen()**.

Для завершения работы с потоком он должен быть закрыт с помощью функции **fclose()**:

```
fclose(fptr);
```

Рассмотрим функции, осуществляющие ввод-вывод в файловый поток. Функция **fgetc()** имеет следующий прототип:

```
int fgetc(FILE *fptr);
```

Она осуществляет ввод символа из файлового потока **fptr**. В случае успеха функция возвращает код символа. Если делается попытка прочесть конец файла или произошла ошибка, то возвращается **EOF**.

Функция **fputc()** имеет следующий прототип:

```
int fputc(int c, FILE *fptr);
```

Она осуществляет вывод символа в поток.

Функция **fgets()** имеет следующий прототип:

```
char *fgets(char *s, int n, FILE *fptr);
```

Она осуществляет чтение строки символов из файлового потока в строку **s**. Функция прекращает чтение, если прочитано **n-1** символов или встретится символ перехода на новую строку **'\n'**. Если этот символ встретился, то он сохраняется в переменной **s**. В обоих случаях в переменную **s** добавляется символ **'\0'**. В случае успеха функция возвращает указатель на считанную строку **s**. Если произошла ошибка или считана метка **EOF**, то она возвращает **NULL**.

Для записи строки в файл можно использовать функцию **fputs**. При этом символ перехода на новую строку не добавляется, и завершающая нуль-литера в файл не копируется. Функция **fputs()** имеет следующий прототип:

```
int fputs(const *char, FILE *fptr);
```

В случае успеха функция **fputs()** возвращает неотрицательное значение. В противном случае она возвращает **EOF**.

Форматированный ввод-вывод текстовых файлов организуется в языке C с помощью функций **fscanf()** и **fprintf()**. Эти функции аналогичны функциям **scanf()** и **printf()** соответственно, с той лишь разницей, что их первым аргументом является указатель на файл, открытый в соответствующем режиме.

Функция **feof()** осуществляет проверку достижения метки конца файла. Она имеет прототип:

```
int feof(FILE *fptr);
```

Функция возвращает **0**, если конец файла не достигнут.

Рассмотрим пример файлового ввода и вывода с помощью функций **fscanf()** и **fprintf()**:

```
#include <stdio.h>
int main() {
    int i,x;
    FILE *in,*out; // описание указателей на файлы
    if ((in = fopen("c:\\old.dat","rt"))== NULL) {
        fprintf(stderr," Не могу открыть входной файл \n");
        return 1;
    }
    if ((out = fopen("c:\\new.dat","wt"))== NULL) {
        fprintf(stderr,"Не могу открыть выходной файл \n");
        return 1;}
```

```

i = 0;
while (fscanf(in,"%d",&x)!=EOF) {
    i++;
    fprintf(out,"%d\t%d\n",i,x);
}
fclose(in);
fclose(out);
return 0;
}

```

Программа копирует целые числа из входного файла **old.dat** в выходной файл **new.dat**. При этом в выходной файл записываются также порядковые номера чисел. Копирование выполняется до тех пор, пока не будет встречена метка конец файла **EOF**. Если входной или выходной файл нельзя открыть, то программа выводит соответствующее сообщение в стандартный поток **stderr**, который по умолчанию связан с пользовательским терминалом и предназначен для вывода сообщений об ошибках.

Для осуществления *неформатированного ввода-вывода* (без преобразований) применяются функции **fread()** и **fwrite()**. Эти функции имеют следующие прототипы:

```

size_t fread(void *ptr, size_t size, size_t n, FILE *fptr);
size_t fwrite(const void *ptr, size_t size, size_t n, FILE *fptr);

```

Функция **fread()** считывает блоки данных из файлового потока, на который указывает **fptr**, в буфер, доступ к которому выполняется через указатель **ptr**, а функция **fwrite()** выполняет обратную операцию, то есть переписывает блоки данных из буфера в файловый поток. При этом копируется **n** блоков данных, каждый из которых содержит **size** байтов. В случае успеха функции возвращают число скопированных блоков. В случае ошибки возвращается **0** или число полностью скопированных блоков. Если **n** больше значения, которое вернула функция **fread**, то это говорит о том, что встретила метка конец файла.

Когда файл открывается для чтения или записи, с ним на самом деле связывается структура **FILE**, определенная в заголовочном файле **<stdio.h>**. Эта структура для каждого открытого файла содержит *счетчик положения текущей записи*. Сразу после открытия файла его значение равно **0**. Каждая операция ввода-вывода вызывает приращение этого счетчика на число записанных или считанных байтов из файла. Функции позиционирования – **fseek()**, **ftell()** и **rewind()** позволяют изменять или получать значение счетчика, связанного с файлом.

Функция

```

long int ftell(FILE *fptr);

```

возвращает текущее значение счетчика связанного с файлом. В случае ошибки она возвращает **-1L**.

Функция

```
int fseek(FILE *fptr, long offset, int from);
```

изменяет позиционирование файлового потока **fptr** на **offset** байтов относительно позиции, определяемой параметром **from**. Параметр **from** может принимать значения:

```
SEEK_SET (=0)   начало файла;  
SEEK_SET (=1)   текущая позиция в файле;  
SEEK_SET (=2)   конец файла.
```

Функция **fseek()** возвращает **0**, если счетчик текущей записи успешно изменен.

Функция

```
void rewind(FILE *fptr);
```

устанавливает счетчик текущей позиции на начало потока.

3.3. Файловый ввод-вывод с использованием классов языка C++

Для реализации ввода-вывода с использованием классов языка C++ в программу следует включить заголовочный файл **<fstream.h>**. Для осуществления операций с файлами библиотека ввода-вывода C++ предусматривает три класса:

```
ifstream – потоковый класс для ввода из файла;  
ofstream – потоковый класс для вывода в файл;  
fstream – потоковый класс для ввода-вывода в файл.
```

Для создания потока ввода, открытия файла и связывания его с потоком можно использовать следующую форму конструктора класса **ifstream**:

```
ifstream fin("text.txt", ios::in);
```

Здесь определяется объект **fin** класса входных потоков **ifstream**. С этим объектом можно работать так же, как со стандартными объектами **cin** и **cout**, то есть использовать операции помещения в поток **<<** и извлечения из потока **>>**, а также рассмотренные выше функции **get**, **getline**. Например:

```
const len = 80;  
char s[len];  
fin.getline(s,len);
```

Предполагается, что файл с именем **text.txt** находится в том же каталоге, что и текст программы, иначе следует указать полный путь, дублируя символ обратной косой черты, так как иначе он будет иметь специальное значение, например:

```
ifstream fin("c:\\work\\text.txt", ios::in);
```

Второй параметр этого конструктора означает режимы открытия файла. В таблице 3 приведены возможные режимы открытия и их значение.

Таблица 3 – Режимы открытия и их значения

Режим	Назначение
ios::in	Открыть для чтения
ios::out	Открыть для записи
ios::ate	Начало вывода устанавливается в конец файла (допускает изменение позиции вывода)
ios::app	Открыть для добавления в конец (безотносительно к операциям позиционирования)
ios::trunc	Открыть, удалив содержимое файла
ios::binary	Двоичный режим операций

Например, для открытия файла вывода в режиме добавления можно использовать инструкцию:

```
ofstream fout("out.txt", ios::out | ios::app);
```

Файлы, которые открываются для вывода, создаются, если они не существуют.

Если открытие файла завершилось неудачей, объект, соответствующий потоку, будет возвращать значение **false**. Например, если предыдущая инструкция завершилась неудачей, то это можно проверить так:

```
if (!fout)
{ cout<<" Файл не открыт \n";}
```

Если при открытии файла не указан режим **ios::binary**, то файл открывается как текстовый. В этом случае можно использовать при работе с файлом функции ввода-вывода, принятые в языке C, такие, как **fprintf()** и **fscanf()**.

Для проверки достигнут ли конец файла или нет, можно использовать функцию **eof()** класса **ios**.

Завершив операции ввода-вывода, необходимо закрыть файл, вызвав функцию **close()**:

```
fout.close();
```

Заккрытие файла происходит автоматически при выходе объекта потока из области видимости.

Произвольный доступ к записям файлов реализуется с помощью функций (методов) **seekg()** и **seekp()**, используемых, соответственно, для позиционирования входного и выходного потоков. Например:

```
fin.seekg(0, ios::end);
```

Функция **seekg(offset, org)** перемещает текущую позицию чтения из файла на **offset** байтов относительно **org**. Параметр **org** может принимать одно из трех значений:

ios::beg – от начала файла;

ios::cur – от текущей позиции;

ios::end – от конца файла.

Получить текущее значение позиции в потоке ввода и вывода можно с помощью функций **tellg()** и **tellp()**, соответственно. Например, вызов **fin.tellg()** вернет значение счетчика текущей позиции.

Для осуществления *неформатированного ввода-вывода* при работе с потоками в языке C++ применяются функции **read()** и **write()**. Эти функции характеризуются прототипами:

```
istream_type& read(char *s, streamsize n);  
ostream_type& write(const char *s, streamsize n);
```

Здесь параметр **s** указывает на буфер, в который соответственно помещаются или из которого извлекаются символы, а **n** означает число читаемых или записываемых символов. Примеры вызова этих функций приведены ниже в тексте программы.

3.4. Пример программы обработки текстового файла

Написать программу, которая считывает текст из файла и выводит в выходной файл только вопросительные предложения из этого текста.

Исходные данные и результаты.

Исходные данные хранятся в текстовом файле неизвестного размера. Предложение может занимать несколько строк текстового файла, поэтому ограничиться буфером на одну строку в данной задаче нельзя. Для этого выделим буфер, в который поместится весь файл.

Результаты являются частью исходных данных, поэтому дополнительно под них пространство выделять не требуется.

Для организации вывода предложений понадобятся переменные целого типа, в которых будем хранить позиции начала и конца предложения.

Алгоритм решения задачи.

1. Открыть файл.

2. Определить его длину.
3. Выделить в динамической памяти соответствующий буфер.
4. Считать файл с диска в буфер.
5. Анализируя буфер посимвольно, выделять предложения. Если предложение оканчивается вопросительным знаком выводить его в файл.

Детализируем последний пункт алгоритма. Для вывода предложения необходимо хранить позиции его начала и конца. Предложение может оканчиваться точкой, восклицательным или вопросительным знаком. В двух первых случаях предложение пропускается. Это выражается в том, что значение позиции начала предложения обновляется. Она будет соответствовать позиции символа, следующего за текущим символом, и просмотр буфера продолжается.

В программе будем использовать функции неформатированного чтения блоков данных из входного файла, так как применение функций посимвольного чтения неэффективно.

Для определения длины файла воспользуемся функциями **seekg()** и **tellg()** класса **ifstream**. Для этого переместим указатель текущей позиции в конец файла с помощью **seekg()**, а затем с помощью **tellg()** получим значение конечной позиции, запомнив его в переменной **len**.

```
#include <fstream.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
int main(){
```

```
    //создание входного потока и открытие файла
```

```
    ifstream fin("c:\\bc\\work\\text.txt", ios::in | ios::nocreate);
```

```
    if (!fin) {
```

```
        cout<<"Can't open input file"<< endl;
```

```
        return 1;
```

```
    }
```

```
    fin.seekg(0,ios::end);
```

```
    //указатель в конец файла
```

```
    long len = fin.tellg();
```

```
    //запомнить длину файла
```

```
    char *buf = new char [len +1];
```

```
    //выделить память под буфер
```

```
    //неформатированное чтение текстового файла
```

```
    fin.seekg(0,ios::beg);
```

```
    //указатель в начало файла
```

```
    fin.read(buf,len);
```

```
    //скопировать len символов из fin в буфер
```

```
    buf[len] = '\0';
```

```
    //поместить в буфер нуль-литеру
```

```
    //создание выходного потока и открытие файла
```

```
    ofstream fout("c:\\bc\\work\\textout.txt", ios::out);
```

```
    if (!fout) {
```

```
        cout<<"Can't open output file"<< endl;
```

```
        return 1;
```

```
    }
```

```

long n=0, //индекс символа начала предложения
    i=0, //индекс символа конца предложения
    j=0; //текущий индекс символа вопросит. предл.
while(buf[i]) { //просмотр символов в буфере
    if( buf[i] == '?') { //Если i-ый символ – вопрос,
        for(j=n;j<=i;j++)
            fout<<buf[j]; //то вывод предложения в поток,
        n=i+1; //обновление индекса начала предложения.
    }
    if(buf[i]=='.'||buf[i]=='!') //Если предложение не вопросительное,
        n=i+1; //то обновление только индекса n .
    i++;
}
fin.close();
fout.close();
cout<<endl;
return 0;
}

```

Вариант решения этой же задачи с использованием функций языка C.

```
#include <stdio.h>
```

```

int main(){
    //открытие входного файла
    FILE *fin;
    fin=fopen("C:\\bc\\work\\text.txt","r");

    if (!fin) {
        puts("Can't open input file");
        return 1;
    }

    fseek(fin,0,SEEK_END); //указатель в конец файла
    long len=ftell(fin); //запомнить длину файла
    char *buf=new char[len+1]; //выделить память под буфер

    //неформатированное чтение текстового файла (поблочное)
    const int l_block=1024; //задать длину блока для чтения
    int num_block=len/l_block; //определить число блоков
    rewind(fin); //указатель в начало файла
    fread(buf,l_block,num_block+1,fin); //чтение блоков из файла
    buf[len]='\0'; //поместить в буфер нуль-литеру
}

```

```

//создание выходного файла
FILE *fout;
fout = fopen("C:\\bc\\work\\textout.txt","w");
if (!fout) {
    puts("Can't open output file");
    return 1;
}

long n=0, //индекс символа начала предложения
    i=0, //индекс символа конца предложения
    j=0; //текущий индекс символа вопросит. предл.
while(buf[i]) { //просмотр символов в буфере
    if(buf[i]=='?') { //Если i-ый символ – вопрос,
        for(j=n;j<=i;j++) //то вывод предложения в поток,
            putc(buf[j],fout); //обновление индекса начала предложения.
        n=i+1;
    }
    if (buf[i]=='.'||buf[i]=='!') //Если предложение не вопросительное,
        n=i+1; //то обновление только индекса n .
    i++;
}
fclose(fin);
fclose(fout);
printf("\n");
return 0;
}

```

В заключение отметим, что файл с тестовым примером должен содержать предложения различной длины – от нескольких символов до нескольких строк.

Программа, написанная с использованием функций ввода-вывода языка C, а не классов языка C++ часто является более быстродействующей, но менее защищенной от ошибок ввода данных.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В ходе самостоятельной подготовки изучить основы работы со строками и файлами в языке C/C++.
2. Выбрать способ представления исходных данных задачи и результатов.
3. Разработать алгоритм решения задачи, разбив его при необходимости на отдельные функции.
4. Разработать программу на языке C/C++.
5. Разработать тестовые примеры, следуя указаниям, изложенным в разделе 3.
6. Выполнить отладку программы.

7. Получить результаты работы программы и исследовать её свойства для различных режимов работы, сформулировать выводы.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Цель работы, вариант задания, структурная схема алгоритма решения задачи с описанием, текст программы с комментариями, тестовые примеры, результаты вычислений, выводы.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Приведите примеры описания и инициализации строк в языке C.
2. Как хранится строка языка C в памяти ЭВМ?
3. Объясните назначение и запишите прототипы функций **gets**, **puts**.
4. Как выделить динамическую память под строку?
5. Как выполнить ввод и вывод строки с помощью функций **scanf()** и **printf()**?
6. Как выполнить ввод и вывод строк с помощью объектов **cin** и **cout**?
7. Как ввести строку с помощью функций **getline** и **get** объекта **cin**?
8. Для чего предназначены функции **strcpy()** и **strncpy()**? Как их вызвать?
9. Для чего предназначена функция **strcmp()**? Как её вызвать? Какие результаты она возвращает?
10. Объясните, как открыть файл? Какие имеются режимы открытия файлов в языке C?
11. Опишите функции **fgets** и **fputs**. В чем их отличие от функций **gets** и **puts**?
12. Приведите примеры чтения и записи значений в файл с помощью функций **fscanf()** и **fprintf()**?
13. Приведите примеры вызова функций **fread()** и **fwrite()**. Объясните назначение аргументов этих функций.
14. Как выполняется изменение и чтение счетчика текущей позиции файла в языке C?
15. Как открыть файловый поток в режиме чтения в языке C++?
16. Как открыть файловый поток в режиме записи в языке C++?
17. Объяснить назначение функций **seekg()** и **seekp()**. Приведите примеры их вызова.
18. Приведите примеры вызова функций **read()** и **write()** языка C++.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ СО СТРУКТУРАМИ И БИНАРНЫМИ ФАЙЛАМИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение способов описания структур данных на языке С. Исследование особенностей обработки бинарных файлов, хранящих структурные типы данных.

2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

1. Описать структуру с именем STUDENT, содержащую следующие поля:

- фамилия и инициалы;
- номер группы;
- успеваемость (массив из пяти элементов).

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по возрастанию номера группы;
- чтение данных из этого файла, корректировку данных в файле по номеру записи;
- вывод на дисплей фамилий и номеров групп для всех студентов, если средний балл студента больше 4.0;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

2. Описать структуру с именем STUDENT, содержащую следующие поля:

- фамилия и инициалы;
- номер группы;
- успеваемость (массив из пяти элементов).

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по возрастанию среднего балла;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей фамилий и номеров групп для всех студентов, имеющих оценки 4 и 5;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

3. Описать структуру с именем STUDENT, содержащую следующие поля:

- фамилия и инициалы;
- номер группы;
- успеваемость (массив из пяти элементов).

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по алфавиту;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей фамилий и номеров групп для всех студентов, имеющих хотя бы одну оценку 2;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

4. Описать структуру с именем AEROFLOT, содержащую следующие поля:

- название пункта назначения рейса;
- номер рейса;
- тип самолета.

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа AEROFLOT; записи должны быть упорядочены по возрастанию номера рейса;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран номеров рейсов и типов самолетов, вылетающих в пункт назначения, название которого совпало с названием, введенным с клавиатуры;
- если таких рейсов нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

5. Описать структуру с именем AEROFLOT, содержащую следующие поля:

- название пункта назначения рейса;
- номер рейса;
- тип самолета.

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа AEROFLOT; записи должны быть размещены в алфавитном порядке по названиям пунктов назначения;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран пунктов назначения и номеров рейсов, обслуживаемых самолетом, тип которого введен с клавиатуры;
- если таких рейсов нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

6. Описать структуру с именем WORKER, содержащую следующие поля:

- фамилия и инициалы работника;
- название занимаемой должности;
- год поступления на работу.

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа WORKER; записи должны быть размещены по алфавиту;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей фамилий работников, чей стаж работы в организации превышает значение, введенное с клавиатуры;
- если таких работников нет, вывести на дисплей соответствующее сообщение.

7. Описать структуру с именем TRAIN, содержащую следующие поля:

- название пункта назначения;
- номер поезда;
- время отправления.

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа TRAIN; записи должны быть размещены в алфавитном порядке по названиям пунктов назначения;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о поездах, отправляющихся после введенного с клавиатуры времени;
- если таких поездов нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

8. Описать структуру с именем TRAIN, содержащую следующие поля:

- название пункта назначения;
- номер поезда;
- время отправления.

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа TRAIN; записи должны быть упорядочены по времени отправления поезда;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о поездах, направляющихся в пункт, название которого введено с клавиатуры;
- если таких поездов нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

9. Описать структуру с именем TRAIN, содержащую следующие поля:

- название пункта назначения;
- номер поезда;
- время отправления.

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа TRAIN; записи должны быть упорядочены по номерам поездов;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о поезде, номер которого введен с клавиатуры;
- если таких поездов нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

10. Описать структуру с именем MARSH, содержащую следующие поля:

- название начального пункта маршрута;
- название конечного пункта маршрута;
- номер маршрута.

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа MARSH; записи должны быть упорядочены по номерам маршрутов;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о маршруте, номер которого введен с клавиатуры;
- если таких маршрутов нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

11. Описать структуру с именем MARSH, содержащую следующие поля:

- название начального пункта маршрута;
- название конечного пункта маршрута;
- номер маршрута.

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа MARSH; записи должны быть упорядочены по номерам маршрутов;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о маршрутах, которые начинаются или оканчиваются в пункте, название которого введено с клавиатуры;
- если таких маршрутов нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

12. Описать структуру с именем NOTE, содержащую следующие поля:

- фамилия, имя;
- номер телефона;
- дата рождения (массив из трех чисел).

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа NOTE; записи должны быть упорядочены по датам рождения;
- чтение данных из этого файла;

- вывод на экран информации о человеке, номер телефона которого введен с клавиатуры;
- если такого нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

13. Описать структуру с именем NOTE, содержащую следующие поля:

- фамилия, имя;
- номер телефона;
- дата рождения (массив из трех чисел).

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа NOTE; записи должны быть размещены по алфавиту;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о людях, чьи дни рождения приходятся на месяц, значение которого введено с клавиатуры;
- если таких нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

14. Описать структуру с именем NOTE, содержащую следующие поля:

- фамилия, имя;
- номер телефона;
- дата рождения (массив из трех чисел).

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа NOTE; записи должны быть упорядочены по трем первым цифрам номера телефона;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о человеке, чья фамилия введена с клавиатуры;
- если такого нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

15. Описать структуру с именем ZNAK, содержащую следующие поля:

- фамилия, имя;
- знак Зодиака;
- дата рождения (массив из трех чисел).

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа ZNAK; записи должны быть упорядочены по датам рождения;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о человеке, чья фамилия введена с клавиатуры;
- если такого нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

16. Описать структуру с именем ZNAK, содержащую следующие поля:

- фамилия, имя;
- знак Зодиака;
- дата рождения (массив из трех чисел).

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа ZNAK; записи должны быть упорядочены по датам рождения;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о людях, родившихся под знаком, название которого введено с клавиатуры;
- если таких нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

17. Описать структуру с именем ZNAK, содержащую следующие поля:

- фамилия, имя;
- знак Зодиака;
- дата рождения (массив из трех чисел).

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа ZNAK; записи должны быть упорядочены по знакам Зодиака;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о людях, родившихся в месяц, значение которого введено с клавиатуры;
- если таких нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

18. Описать структуру с именем PRICE, содержащую следующие поля:

- название товара;
- название магазина, в котором продается товар;
- стоимость товара в грн.

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа PRICE; записи должны быть размещены в алфавитном порядке по названиям товаров;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о товаре, название которого введено с клавиатуры;
- если таких товаров нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение

19. Описать структуру с именем PRICE, содержащую следующие поля:

- название товара;
- название магазина, в котором продается товар;
- стоимость товара в грн.

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа PRICE; записи должны быть размещены в алфавитном порядке по названиям магазинов;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о товарах, продающихся в магазине, название которого введено с клавиатуры;
- если такого магазина нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

20. Описать структуру с именем ORDER, содержащую следующие поля:

- расчетный счет плательщика;
- расчетный счет получателя;
- перечисляемая сумма в грн.

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из элементов типа ORDER; записи должны быть размещены в алфавитном порядке по расчетным счетам плательщиков;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на экран информации о сумме, снятой с расчетного счета плательщика, введенного с клавиатуры;
- если такого расчетного счета нет, выдать на дисплей соответствующее сообщение.

21. Описать структуру с именем STUDENT, содержащую следующие поля:

- номер;
- фамилия и имя;
- год рождения;
- год поступления в университет;
- структура OCENKI, содержащая четыре поля: физика, математика, программирование, история;

Написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по алфавиту;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей анкетных данных студентов отличников;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

22. Для структуры, указанной в варианте 21, написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены номеру;

- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей анкетных данных студентов, получивших одну оценку 3;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

23. Для структуры, указанной в варианте 21, написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по фамилиям;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей анкетных данных студентов, получивших все двойки;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

24. Для структуры, указанной в варианте 21, написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по номеру;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей анкетных данных студентов, получивших все пятерки;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

25. Для структуры, указанной в варианте 21, написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по алфавиту;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей анкетных данных студентов, получивших одну оценку 4, а все остальные – 5;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

26. Для структуры, указанной в варианте 21, написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по алфавиту;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей фамилий студентов, которые начинаются с литеры 'А', и их оценки;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

27. Для структуры, указанной в варианте 21, написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по номеру;

- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей фамилий студентов, которые начинаются с литеры 'Б', и год их рождения;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

28. Для структуры, указанной в варианте 21, написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по фамилиям;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей фамилий студентов, которые начинаются с литеры 'Б' или 'Г', и год их поступления;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

29. Для структуры, указанной в варианте 21, написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по фамилиям;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей фамилий студентов, имеющих средний балл выше среднего балла группы;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

30. Для структуры, указанной в варианте 21, написать программу, выполняющую следующие действия с помощью функций:

- ввод с клавиатуры данных в файл, состоящий из структур типа STUDENT; записи должны быть упорядочены по номеру;
- чтение данных из этого файла;
- вывод на дисплей фамилий и года рождения студентов, не получивших ни одной тройки;
- если таких студентов нет, вывести соответствующее сообщение.

3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

3.1. Структуры

Структуры языка C, аналогично комбинированному типу языка Паскаль, объединяют в себе компоненты (поля) разных типов. Описание структуры начинается с ключевого слова **struct** и содержит список описаний полей в фигурных скобках. За словом **struct** может следовать имя структуры, которое рассматривается как имя структурного типа:

```
struct <имя структуры> {  
    <тип1> <поле 1>;
```

```

<тип2> <поле 2>;
...
<тип n> <поле n>;
}

```

Например, пусть требуется фиксировать сведения о расписании работы секций конференции. При этом для каждого мероприятия фиксируется время, тема, фамилия организатора и количество участников. Для этого можно описать следующую структуру:

```

struct section {
    int hour, min;
    char theme[100];
    char name[30];
    int num;
} s1,s[10];

```

Здесь **section** – это *имя типа*. Переменные структурного типа описываются либо одновременно с описанием структуры (см. выше), либо отдельно. Например:

```

section s1,s[10]; //структура и массив структур

```

При совместном описании структурного типа и переменных допускается имя структуры не указывать, если оно нигде не используется.

Переменные структурного типа можно размещать и в динамической области памяти, для этого надо описать указатель на структуру:

```

section *sptr=new section; //указатель на структуру
section *mptr=new section[m]; //указатель на массив структур

```

Поля структуры могут быть любого основного типа, массивом, указателем, структурой или объединением. Для доступа к полям структуры используется операция выбора, обозначаемая точкой:

```

<имя структурной переменной>.<имя поля>

```

Например:

```

s1.hour=9;
s1.min=30;
strcpy(s1.theme,"Архитектура компьютеров");
s[1].hour=13;
s[1].min=0;
strcpy(s[1].theme,"Программное обеспечение");

```

Если структуры размещены в динамической памяти, то доступ к полям выполняют через указатели:

```
(*sptr).hour=9;  
(*sptr).min=30;
```

Скобки здесь необходимы, поскольку приоритет операции “.” выше, чем у операции раскрытия ссылки. Существует еще одна форма доступа к полям структуры при работе с указателями на структуру:

```
sptr->num=30;
```

Если имеется указатель на массив структур, то доступ к ним выполняется так:

```
mptr[2].hour=15; //(*(mptr+2)).hour=15;
```

Структуры одного типа можно присваивать друг другу:

```
*sptr=s1;  
mptr[1]=s1;  
mptr[2]=s[0];
```

Ввод-вывод структур, как и массивов, выполняется поэлементно. Например, ввод-вывод структуры **s1** с использованием классов языка C++ можно выполнить следующим образом:

```
cin >> s1.hour >> s1.min;  
cin.getline(s1.theme,100);  
cout << s1.hour << s1.min << ‘ ‘ << s1.theme << endl;
```

Этот же ввод-вывод можно выполнить и с помощью функций ввода-вывода языка C:

```
scanf(“%d%d”,&s1.hour,&s1.min);  
gets(s1.theme);  
printf(“%d%d%s”,s1.hour,s1.min,s1.theme);
```

Статические структуры можно инициализировать перечислением значений их полей:

```
section s2={10,30,”Архитектура компьютеров”,25};
```

3.2. Пример программы обработки структур

Имеются записи о сотрудниках, содержащие фамилию и инициалы, год рождения и оклад сотрудника. Требуется написать программу с использованием самостоятельно определяемых функций, которая

- вводит записи о сотрудниках с клавиатуры в бинарный файл и упорядочивает его по фамилии;
- осуществляет поиск сотрудников в файле по фамилии и вычисляет средний оклад этих сотрудников;
- отображает содержимое бинарного файла.

Исходные данные и результаты.

Исходные данные:

Сведения об одном сотруднике будем представлять в виде структуры. При этом фамилию и инициалы представим строкой из 15 символов, год рождения – целым типом, оклад – вещественным типом. Поскольку количество записей о сотрудниках не оговорено будем хранить все сведения в бинарном файле, а не массиве.

Результаты:

В результате работы программы требуется вывести на экран требуемые элементы файла. Так как результаты представляют собой выборку из исходных данных, дополнительная память для них не отводится. Кроме того, необходимо подсчитать средний оклад для найденных сотрудников. Для этого введем переменную вещественного типа.

Алгоритм решения задачи.

1. Ввести с клавиатуры сведения о сотрудниках в бинарный файл. При этом будем прекращать ввод, если пользователь введет символ '*'.
 2. Выполнить сортировку файла по Ф.И.О., используя возможность прямого доступа к элементам бинарного файла. В качестве метода сортировки будем использовать метод прямого обмена (пузырьковую сортировку);
 3. Обеспечить вывод сведений о сотруднике:
 - а) ввести с клавиатуры фамилию;
 - б) выполнить поиск сотрудника в файле по фамилии;
 - с) увеличить суммарный оклад и счетчик количества сотрудников;
 - д) вывести сведения о сотруднике или сообщение о том, что его нет в списке;
 - е) вывести средний оклад.
 4. Отобразить содержимое бинарного файла.

Каждый из указанных пунктов алгоритма представим в виде функции, которую можно будет вызывать из основной программы. При этом контроль за порядком вызова функций полностью возлагается на пользователя.

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <conio.h>
#include <iostream.h>
```

```

//-----константы и структуры-----
const int len_fio=15;           //длина строки с Ф.И.О.

struct person{
    char fio[len_fio];          // Ф.И.О
    int year;                   //год рождения
    float salary;               //зарплата
};
const int size_p=sizeof(person); //размер структуры

//-----прототипы функций-----
int create_file(FILE *fbin);    //запись в файл
int sort_file(FILE *fbin);      //сортировка файла
int print_file(FILE *fbin);     //вывод файла
int search_persons(FILE *fbin); //поиск сотрудника и вычисления

//-----основная функция-----
int main(){
    FILE *fbin;
    char c;

    fbin=fopen("person.dat","r+b"); //Открытие существующего файла
                                   //для чтения и записи в конец
    if (!fbin) {
        fbin=fopen("person.dat","w+b"); //Создание нового файла
                                         //для обновления

        if(!fbin){
            puts("Не могу открыть (создать) файл\n");
            return 1;
        }
    }

    //Вывод меню и запуск соответствующих функций
    while (1) {
        clrscr();
        puts("1- Запись в файл");
        puts("2- Сортировка файла");
        puts("3- Вывод файла");
        puts("4- Поиск и вычисления");
        puts("5- Выход");
        puts("_____");
        puts("Введите номер пункта меню\n");
        c=getch();
        switch (c) {
            case '1':create_file(fbin);break;
            case '2':sort_file(fbin);break;

```

```

        case '3':print_file(fbin);break;
        case '4':search_persons(fbin);break;
        case '5':return 0;
    }
}

//-----запись в файл-----
int create_file(FILE *fbin){
    person elem;

    fseek(fbin,0,SEEK_END);    //указатель в конец файла
    puts("Ввод данных о сотрудниках");
    puts("Для выхода введите символ *");
    puts("_____ \n");
    while (1) {
        puts("Введите Ф.И.О. (обязательно с инициалами)");
        cin.getline(elem.fio,len_fio);    //ввод Ф.И.О.
        if (!strcmp(elem.fio,"*"))        //если введена "*",
            return 1;                    // то выход
        puts("Введите год рождения");
        scanf("%i",&elem.year);    //ввод года рождения
        puts("Введите зарплату");
        scanf("%f",&elem.salary);    //ввод зарплаты
        fwrite(&elem,size_p,1,fbin);    //запись структуры в файл
    }
}

//-----вывод файла-----
int print_file(FILE *fbin){
    person elem;
    int n;

    clrscr();
    rewind(fbin);                    //указатель в начало файла
    puts("Ф.И.О.    Год    Зарплата");
    do {
        n=fread(&elem,size_p,1,fbin);    //чтение структуры из файла
        if (n<1) break;                    //если n<1, то конец файла
        printf("%-15s%-6i%-8.2f\n",elem.fio,elem.year,elem.salary);
    } while (1);
    puts("_____");
    puts("Нажмите любую клавишу");
    getch();
    return 0;
}

```

```

//-----сортировка записей в файле-----
int sort_file(FILE *fbin) {
    long i,j;
    person elem1,elem2;

    puts("Для сортировки нажмите любую клавишу");
    getch();
    fseek(fbin,0,SEEK_END);    //указатель в конец
    long len=ftell(fbin)/size_p; //определяем длину файла
    rewind(fbin);              //указатель в начало

    //пузырьковая сортировка
    for(i=len-1;i>=1;i--)
        for (j=0;j<=i-1;j++) {
            fseek(fbin,j*size_p,SEEK_SET);    //указатель на j-ую запись
            fread(&elem1,size_p,1,fbin);        //читаем запись j в elem1
            fread(&elem2,size_p,1,fbin);        //читаем след. запись в elem2
            if (strcmp(elem1.fio,elem2.fio)>=1) {    //сравниваем Ф.И.О.
                fseek(fbin,(-2)*size_p,SEEK_CUR); //указатель на 2 поз. назад
                //обмен значений
                fwrite(&elem2,size_p,1,fbin);    //сначала записываем elem2
                fwrite(&elem1,size_p,1,fbin);    // затем записываем elem1
            }
        }
    puts("Для выхода нажмите любую клавишу");
    getch();
    return 0;
}

// -----поиск сотрудников и вычисление средней зарплаты-----
int search_persons(FILE *fbin){
    int not_found;                //флаг поиска
    char s[len_fio];              //строка для ввода фамилии
    int n_persons=0;              //счетчик сотрудников
    int n;
    float summa_salary=0;         //сумма зарплат
    person elem;

    while (1) {
        puts("Введите фамилию или * ");
        cin.getline(s,len_fio);    //запоминаем фамилию в строке s
        if (!strcmp(s,"*")) break; //выход, если ввели *
        rewind(fbin);              //указатель в начало файла
        not_found=1;               //флаг – сотрудник не найден
        do {
            n=fread(&elem,size_p,1,fbin);    //читаем запись

```

```

    if (n<1) break; // если n<1, то конец файла
    if (strstr(elem.fio,s)) //ищем строку s в поле fio
        if (elem.fio[strlen(s)]==' ') { //есть пробел после фамилии ?
            strcpy(s,elem.fio); //копируем fio в s
            puts("_____");
            puts("Ф.И.О.      Год  Зарплата");
            printf("%-15s%-6i%-8.2f\n",elem.fio,elem.year,elem.salary);
            puts("_____");
            n_persons+=1; //счетчик сотрудников
            summa_salary+=elem.salary; //суммирование зарплат
            not_found=0; //сотрудник найден
        }
    } while (1);
    if (not_found)
        puts("Такого сотрудника нет в файле");
}
if (n_persons>0) //вычисление средней зарплаты
    printf("Средняя зарплата=%8.2f\n",summa_salary/n_persons);
puts("_____");
puts("Нажмите любую клавишу");
getch();
return 0;
}

```

Программа достаточно подробно прокомментирована. В тексте основной программы осуществляется либо открытие файла (режим “**r+b**”), либо создание файла (режим “**w+b**”) для обновления, если файл “**person.dat**” на диске не обнаружен. Это позволяет один раз ввести исходные данные в файл, а затем его многократно использовать. Если потребуется начать работу с новым файлом, то старый файл следует удалить с диска средствами операционной системы.

Все необходимые действия с файлом выполняются с помощью функций, вызываемых из пунктов меню, отображаемых на экране. При заполнении файла требуется обязательно вводить инициалы, которые должны отделяться от фамилии пробелом. Фамилия должна начинаться с первой позиции каждой строки. Это свойство используется в процедуре поиска сотрудников.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В ходе самостоятельной подготовки изучить основы работы со структурами и бинарными файлами в языках C/C++.
2. Выбрать способ представления исходных данных задачи и результатов. Разработать алгоритм решения задачи, разбив его на отдельные функции.
3. Разработать программу на языке C/C++.
4. Разработать тестовые примеры, следуя указаниям раздела 3.

5. Выполнить отладку программы.
6. Получить результаты работы программы и исследовать её свойства в различных режимах работы, сформулировать выводы.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Цель работы, вариант задания, структурная схема алгоритма решения задачи с описанием, текст программы с комментариями, тестовые примеры, результаты вычислений, выводы.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что называют структурой в языке C/C++?
2. Приведите пример описания структурного типа.
3. Как описать структурный тип совместно и отдельно с соответствующей переменной?
4. Как описать массив структур? Для чего его применяют?
5. Как выполняется доступ к полям статических структурных переменных?
6. Как выполняется доступ к полям динамических структурных переменных?
7. Как выделяют динамическую память под структуры?
8. Покажите на примерах ввод-вывод структур с помощью функций языка C.
9. Покажите на примерах ввод-вывод структур с помощью классов языка C++.
10. Как выполняется инициализация структур?
11. Как выполнить чтение и запись структурных переменных в бинарные файлы?
12. Как обнаружить конец файла при использовании функции **fread**?
13. Как определить длину файла с помощью функций **seek** и **ftell**?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8 ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ СПИСКОВ НА ЯЗЫКЕ C/C++

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение списковых структур данных и приобретение навыков разработки и отладки программ, использующих динамическую память. Исследование особенностей организации списков средствами языка C/C++.

2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Представить одну из приведенных ниже таблиц в виде линейного списка L, элементами которого являются строки таблицы. Написать функции организации, добавления элемента в список, исключения элемента из списка, просмотра списка, а также одну из функций в соответствии с вариантом, приведенным ниже.

Значения и количество записей в таблице студент выбирает самостоятельно. Исходные данные после организации списка должны сохраняться в файле и при повторном запуске программы считываться из файла. Количество строк таблицы не задается.

Таблица 1 – Ведомость

N	Фамилия	Имя	Отчество	Оценки		
				Математика	История	Физика

Таблица 2 – Расписание

N Поезда	Станция отправления	Станция назначения	Время отправления	Время прибытия	Стоимость билета
----------	---------------------	--------------------	-------------------	----------------	------------------

Таблица 3 – Анкета

N	ФИО	Год рождения	Пол	Семейное состояние	Количество детей	Оклад
---	-----	--------------	-----	--------------------	------------------	-------

1. Таблица 1. Функцию, которая вставляет в начало очереди новый элемент.

2. Таблица 2. Функцию, которая вставляет в начало очереди новый элемент.

3. Таблица 3. Функцию, которая вставляет в начало очереди новый элемент.

4. Таблица 1. Функцию, которая вставляет в конец стека новый элемент.

5. Таблица 2. Функцию, которая вставляет в конец стека новый элемент.

6. Таблица 3. Функцию, которая вставляет в конец стека новый элемент.

7. Таблица 1. Функцию, которая вставляет новый элемент E после первого элемента непустого списка L.

8. Таблица 2. Функцию, которая вставляет новый элемент E после первого элемента непустого списка L.

9. Таблица 3. Функцию, которая вставляет новый элемент E после первого элемента непустого списка L.

10. Таблица 1. Функцию, которая вставляет в список L новый элемент E1 за каждым вхождением элемента E.

11. Таблица 2. Функцию, которая вставляет в список L новый элемент E1 за каждым вхождением элемента E.

12. Таблица 3. Функцию, которая вставляет в список L новый элемент E1 за каждым вхождением элемента E.

13. Таблица 1. Функцию, которая вставляет в непустой список L пару новых элементов E1 и E2 перед его последним элементом.

14. Таблица 2. Функцию, которая вставляет в непустой список L пару новых элементов E1 и E2 перед его последним элементом.

15. Таблица 3. Функцию, которая вставляет в непустой список L пару новых элементов E1 и E2 перед его последним элементом.

16. Таблица 1. Функцию, которая вставляет в непустой список L, элементы которого упорядочены по возрастанию значений одного из полей таблицы, новый элемент E так, чтобы сохранилась упорядоченность.

17. Таблица 2. Функцию, которая вставляет в непустой список L, элементы которого упорядочены по возрастанию значений одного из полей таблицы, новый элемент E так, чтобы сохранилась упорядоченность.

18. Таблица 3. Функцию, которая вставляет в непустой список L, элементы которого упорядочены по возрастанию значений одного из полей таблицы, новый элемент E так, чтобы сохранилась упорядоченность.

19. Таблица 1. Функцию, которая удаляет из непустого списка L первый элемент.

20. Таблица 2. Функцию, которая удаляет из непустого списка L первый элемент.

21. Таблица 3. Функцию, которая удаляет из непустого списка L первый элемент.

22. Таблица 1. Функцию, которая удаляет из непустого списка L второй элемент, если такой есть.

23. Таблица 2. Функцию, которая удаляет из непустого списка L второй элемент, если такой есть.

24. Таблица 3. Функцию, которая удаляет из непустого списка L второй элемент, если такой есть.

25. Таблица 1. Функцию, которая удаляет из непустого списка L за каждым вхождением элемента E один элемент, если такой есть и он отличен от E.

26. Таблица 2. Функцию, которая удаляет из непустого списка L за каждым вхождением элемента E один элемент, если такой есть и он отличен от E.

27. Таблица 3. Функцию, которая удаляет из непустого списка L за каждым вхождением элемента E один элемент, если такой есть и он отличен от E.

28. Таблица 1. Функцию, которая проверяет, есть ли в списке L хотя бы два элемента с равными значениями второго поля.

29. Таблица 2. Функцию, которая проверяет, есть ли в списке L хотя бы два элемента с равными значениями второго поля.

30. Таблица 3. Функцию, которая проверяет, есть ли в списке L хотя бы два элемента с равными значениями второго поля.

3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

3.1. Динамические структуры данных

В предыдущих лабораторных работах были рассмотрены задачи, в которых необходимый объем памяти был известен либо до компиляции программы, либо на этапе ввода данных. В первом случае память резервировалась с помощью операторов описания, во втором случае – с помощью функций выделения памяти. В каждом из этих случаев выделяется непрерывный участок памяти.

Если до начала работы программы невозможно определить, сколько памяти потребуется для хранения данных, то память выделяется по мере необходимости отдельными блоками, которые связывают друг с другом при помощи указателей. Такой способ выделения памяти предполагает организацию в памяти ЭВМ *динамических структур данных*, поскольку их размер изменяется во время выполнения программы. Из динамических структур в программах чаще всего используются различные линейные списки, стеки, очереди, деревья. Они различаются способами связи отдельных элементов и допустимыми операциями над ними. Динамическая структура может занимать несмежные участки оперативной памяти. В процессе работы программы элементы структуры могут по мере необходимости добавляться и удаляться.

Напомним, что *линейным списком* называется структура данных, при которой логический порядок следования элементов задается путем ссылок, т.е. каждый элемент списка содержит указатель на следующий элемент (предыдущий элемент). Доступ к первому элементу списка выполняется с помощью специального указателя – указателя на начало (голову) списка.

Односвязным линейным списком называют список, в котором предыдущий элемент ссылается на следующий. *Двусвязный линейный список* – это список, в котором предыдущий элемент ссылается на следующий, а следующий – на предыдущий. *Односвязный циклический список* – это односвязный линейный список, в котором последний элемент ссылается на первый. *Стек* – это односвязный список, в котором компоненты добавляются и удаляются только со стороны вершины списка. *Очередь* – это односвязный список, в котором компоненты добавляются в конец списка, а удаляются со стороны вершины списка.

Элемент любой динамической структуры данных состоит из полей, часть из которых предназначена для связи с соседними элементами. Например, элемент линейного списка, предназначенного для хранения целых чисел, можно описать следующим образом:

```
struct Element {
    int d;
    struct element *next;
}
```

Здесь поле **next** является указателем на структуру своего собственного типа и предназначено для связи элементов друг с другом.

Определив необходимые указатели, напомним фрагмент программы, выполняющей организацию списка:

```

element *beg=NULL;    //указатель на начало списка
element *temp;
int x;

while (1) {
    scanf(“%d”,&x);      //ВВОД x
    if (x==9999) break;
    temp=new element;    //выделение памяти под элемент
    temp->d=x;           //присваивание значений полю d
    temp->next=beg;      //установление связи с предыдущим элементом
    beg=temp;            //beg указывает на последний введенный эл-т
}

```

Здесь в цикле с клавиатуры вводятся числа. Если введено значение 9999, то происходит выход из цикла. Затем с помощью оператора **new** динамически выделяется память под один элемент списка, и адрес этой области памяти запоминается в указателе **temp**. В поле **d** вновь созданного элемента копируется значение **x**, а в поле **next** – значение указателя **beg**. После этого указателю **beg** присваивается значение **temp**. В итоге в памяти создается список, на начало которого указывает **beg** (рисунок 1).

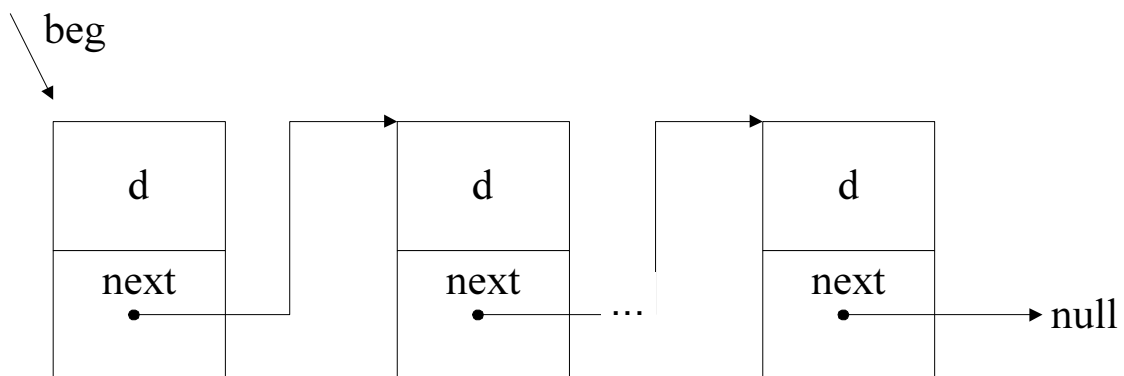


Рисунок 1 – Линейный список

Над списками выполняют следующие операции:

- добавление элемента в список;
- исключение элемента из списка;
- просмотр значений элементов списка;
- поиск заданного значения в списке и др.

Например, добавление элемента в указанный список можно выполнить так, как показано в приведенном выше фрагменте программы.

Исключение элемента, на который указывает указатель **beg**, выполняется так:

```
temp=beg;           //запоминание указателя
beg=beg->next;       //перемещение beg на следующий элемент
delete temp;        //освобождение памяти
```

Просмотр значений элементов списка можно выполнить следующим образом:

```
temp=beg;           //копирование указателя beg
while (temp) {      // пока temp не равен NULL
    printf("%d\n",temp->d); //вывод значения поля d по указателю temp
    temp=temp->next;    //перемещение temp на следующий элемент
}
```

3.2. Пример программы обработки очереди

Рассмотрим программу, выполняющую организацию очереди, добавление элемента в очередь, удаление элемента из очереди, просмотр очереди.

Очередь – это линейный список, добавление элемента в который выполняется с одной стороны, а исключение – с другой. При этом используются специальные указатели начала и конца очереди. В примере элементами очереди являются структуры данных о заявках на ремонт автомобилей. В заявке указывается фамилия владельца, марка автомобиля, вид работы, дата приема заказа и стоимость работы. После выполнения работы распечатывается квитанция.

Интерфейс программы организуем в виде меню:

- 1) добавление заявки в очередь;
- 2) печать и удаление заявки из очереди;
- 3) просмотр списка заявок;
- 4) сохранение списка заявок в файле;
- 5) выход.

Для задания длины строк определим символические константы, чтобы можно было легко их изменять при необходимости.

Для работы с очередью введем два указателя: **beg** – указатель начала очереди и **end** – указатель конца очереди.

Работу с очередью выполняют три функции. Функция **dob_first** формирует первый элемент очереди и возвращает указатель на него. Функция **dob** выполняет добавление элемента в конец очереди, поэтому ей передается указатель на конец очереди и элемент, который следует добавить, а возвращает она измененный указатель на конец очереди.

Удаление элементов выполняется с головы (начала) очереди функцией **udal**. Для этого функции передается указатель **beg**. После удаления элемента функция возвращает измененное значение **beg**. В ходе удаления элемента вызывается функция **print**, осуществляющая вывод на экран сведений о выполненном заказе. При этом продемонстрирована работа с датами с помощью функций, содержащихся в головном файле **<time.h>**.

В функциях **dob_first**, **dob** и **print** параметр-структура передается как константная ссылка. Это исключает лишнее копирование структур и их возможную модификацию в теле функций.

```
#include <fstream.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <time.h>
#include <iomanip.h>
#include <conio.h>

//-----КОНСТАНТЫ-----
const int d_n=20,           //длина Ф.И.О.
        d_m=20,           //длина названия модели автомобиля
        d_w=80;           //длина строки описания работ

//-----структура элемента-----
struct zakaz {
    char name[d_n],         //Ф.И.О.
        model[d_m],        //название модели автомобиля
        work[d_w];         //описание работы
    time_t time;            //время приема заказа
    float price;            //стоимость
    zakaz* next;           //указатель на следующий элемент
};

//-----прототипы функций-----
zakaz* dob(zakaz* end, const zakaz& z); //добавление элемента в очередь
zakaz* dob_first(const zakaz& z);       //добавление первого элемента
zakaz* udal(zakaz* beg);               //удаление элемента из очереди
zakaz vvod_zakaza();                  //ввод значений элемента
int menu();                           //отображение меню и ввод его пункта
void print(const zakaz& z);             //вывод значений элемента
void prosmotr(zakaz* beg);             //просмотр очереди
int read_file(char* filename, zakaz** beg, zakaz** end); //чтение файла
int write_file(char* filename, zakaz* temp); //запись в файл

//-----основная функция-----
int main(){
    zakaz *beg=0,           //указатель начала очереди
        *end=0;           //указатель конца очереди
    char *filename="zakaz.txt"; //имя файла

    read_file(filename,&beg, &end); //чтение данных из файла в очередь
    while (1) {
```

```

switch (menu()) {
case 1:
    if (beg)
        end=dob(end,vvod_zakaza()); //то добавляем элемент в конец,
    else {
        beg=dob_first(vvod_zakaza()); //создаем первый элемент очереди.
        end=beg; //указатели начала и конца равны
    }
    break;
case 2:
    beg=udal(beg); //печать и удаление элемента
    time_t now = time(0); //получить текущее время в сек.
    tm t = *(localtime(&now)); //преобразовать в дату
    cout<<"Дата выполнения заказа: " //вывод даты
        <<t.tm_mday<<'.'<<t.tm_mon+1<<'.'<<1900+t.tm_year<<endl;
    cout<<"Нажмите любую клавишу"<<endl;
    cin.get();
    break;
case 3:
    prosmotr(beg); // пункт меню 3 –
    break; //просмотр очереди
case 4:
    write_file(filename,beg); //пункт меню 4 –
    break; //запись в файл
case 5:
    return 0; //пункт 5 –выход
default:
    cout<<"Вам следует ввести номер от 1 до 5"<< endl; //если неверно введен номер пункта
    cin.get();
    break;
}
}
}

//-----добавление элемента-----
zakaz* dob(zakaz *end,const zakaz& z) {
    zakaz *newE=new zakaz; //выделение памяти под элемент
    *newE=z; //присвоить значения элементу
    newE->next=0; //ссылка на следующий эл-т нулевая
    end->next=newE; //добавить эл-т в очередь
    end=newE; //установить указатель end на newE
    return end; //вернуть измененное значение end
}

//-----создание первого элемента-----
zakaz* dob_first(const zakaz& z) {

```

```

zakaz *beg=new zakaz;           //выделение памяти под элемент
*beg=z;                         //присвоить значения элементу
beg->next=0;                     //ссылка на следующий эл-т нулевая
return beg;                     //вернуть указатель на элемент
}
// ----- печать и удаление элемента-----
zakaz* udal(zakaz *beg) {
    zakaz *temp;
    if (!beg) { cout<<"Очередь пустая"<<endl; return 0; }
    cout<<"===== "<<endl;
    print(*beg);                 //печать значений головного эл-та
    cout<<"===== "<<endl;
    temp=beg;                   //запомнить указатель на голову
    beg=beg->next;               //перевод beg на следующий эл-т
    delete temp;                //удаление элемента
    return beg;                 //вернуть измененное значение beg
}
//-----ВВОД значений элемента-----
zakaz vvod_zakaza() {
    char buf[10];
    zakaz z;
    cout<<"Введите Ф.И.О."<<endl;
    cin.getline(z.name,d_n);
    cout<<"Введите модель автомобиля"<<endl;
    cin.getline(z.model,d_m);
    cout<<"Введите описание работы"<<endl;
    cin.getline(z.work,d_w);
    z.time=time(0);              //зафиксировать время в поле time
    do {                         //проверка ввода числа
        cout<<"Введите стоимость работы"<<endl;
        cin>>buf;
    } while (!(z.price=(float)atof(buf)));
    return z;
}
//-----отображение меню и ввод пункта меню-----
int menu() {
    char buf[10];
    int item;
    do {
        clrscr();
        cout<<endl;
        cout<<"==СИСТЕМА УЧЕТА ЗАКАЗОВ=="<<endl<<endl;
        cout<<"1- Добавление элемента в очередь"<<endl;
        cout<<"2- Печать и удаление элемента"<<endl;
        cout<<"3- Просмотр очереди"<<endl;
    }

```

```

    cout<<"4- Запись данных в файл"<<endl;
    cout<<"5- Выход"<<endl;
    cout<<"===== "<<endl;
    cout<<"Введите номер пункта меню"<<endl;
    cin>>buf;                //прочитать введенное значение
    cin.get();
    item=atoi(buf);        //преобразовать его в целое
    if (!item) {             //анализ ошибки ввода
        cout<<"Вам следует вводить число от 1 до 5"<<endl;
        cin.get();
    }
} while (!item);            //повторять пока не введет число
return item;                //вернуть номер введенного пункта
МЕНЮ
}
// -----печать заказа-----
void print(const zakaz& z) {
    tm t=*(localtime(&z.time));
    cout<<"Ф.И.О.: " <<z.name<<endl;
    cout<<"Модель автомобиля: " <<z.model<<endl;
    cout<<"Описание работ: " <<z.work<<endl;
    cout<<"Дата приема: "
        <<t.tm_mday<<'. '<<t.tm_mon+1<<'. '<<1900+t.tm_year<<endl;
    cout<<"Стоимость: " <<z.price<<endl;
}
//-----просмотр очереди-----
void prosmotr(zakaz *beg) {
    if (!beg) { cout<<"Очередь пустая"<<endl; return; }
    zakaz *temp=beg;        //указатель temp устанавливаем в начало
    cout<<"===== "<<endl;
    while (temp) {          //просматриваем пока temp!=0
        print(*temp);       //печатаем значения элемента по указателю
        cout<<"===== "<<endl;
        cout<<"Нажмите любую клавишу"<<endl;
        cin.get();
        temp=temp->next;    //перемещаем temp на следующий эл-т
    }
}
// -----чтение из файла-----
int read_file(char* filename,zakaz** beg, zakaz** end) {
    ifstream fin(filename,ios::in | ios::nocreate); //открытие файла
    if (!fin) {cout<<"Нет файла"                    //выход если нет файла
        <<filename<<endl; return 1;}
    zakaz z;

```

```

*beg = 0;
while (fin.getline(z.name,d_n)) {           //чтение фио пока не конец фай-
ла
    fin.getline(z.model,d_m);               //чтение марки  автомобиля
    fin.getline(z.work,d_w);                //чтение описания работы
    fin>>z.time>>z.price;                   //чтение времени и стоимости
    fin.get();
    if (*beg)                               //если очередь не пустая,
        *end=dob(*end,z);                  //то добавляем элемент в конец,
    else                                     //иначе
        {*beg=dob_first(z); *end=*beg;}    //создаем первый элемент
    }
    return 0;
}
// -----запись в файл -----
int write_file(char* filename, zakaz* temp) {

    ofstream fout(filename);                //открытие файла
    if (!fout) {cout<<"Не могу открыть файл для записи"<<endl; return 1;}

    while (temp) {                          //пока temp!=0 выводим эл-ты в файл
        fout<<temp->name<<endl;              //вывод фио
        fout<<temp->model<<endl;             //вывод марки автомобиля
        fout<<temp->work<<endl;              //вывод описания работ
        fout<<temp->time<<' '<<temp->price<<endl; //время и стоимость
        temp=temp->next;                     //переместить указатель на след. эл-т
    }
    cout<<"Данные сохранены в файле: "<<filename<<endl;
    cout<<"===== "<<endl;
    cout<<"Нажмите любую клавишу"<<endl;
    cin.get();
    return 0;
}

```

Текущую дату и время можно получить с помощью функции **time**. Она возвращает ее в виде секунд, прошедших с полуночи 1 января 1970г. Функция **localtime** преобразует эту величину в стандартную структуру **tm**, определенную в том же головном файле, и возвращает указатель на эту структуру. Поля структуры содержат: год (количество лет, прошедших с 1900г.), месяц (от 0 до 11), день (от 1 до 31), час (0-23), минуту (0-59) и секунду (0-59).

Ввод-вывод организован с помощью классов C++. Обратите внимание на использование в ряде функций метода **cin.get()**. Он необходим для считывания из входного потока признака конца строки.

Функция **read_file** обеспечивает чтение элементов очереди из файла и её организацию в памяти ЭВМ. В качестве входного параметра ей передается ука-

затель на имя файла, а в качестве результата она возвращает через список своих параметров значения указателей **beg** и **end**. Поэтому эти два параметра передаются в функцию по адресу, т.е. как указатель на указатель. Альтернативный способ передачи указателя по адресу – с использованием ссылки на указатель приведен в примере к следующей лабораторной работе.

В программе предусмотрена защита от неправильного ввода данных. Если пользователь введет неверный пункт меню или нечисловые символы там, где это делать нельзя, программа корректно обработает эту ситуацию (см. функции **menu** и **vvod_zakaza**).

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В ходе самостоятельной подготовки изучить основы работы с динамическими списковыми структурами в языке C/C++.
2. Выбрать вид линейного списка, подходящий для решения задачи.
3. Разработать алгоритм решения задачи, разбив его на отдельные процедуры и функции, так, как указано в варианте задания.
4. Разработать программу на языке C/C++.
5. Разработать тестовые примеры, которые предусматривают проверку корректности работы программы.
6. Выполнить отладку программы.
7. Получить результаты работы программы и исследовать её свойства в различных режимах работы, и сформулировать выводы.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Цель работы, вариант задания, структурные схемы алгоритмов с описанием, текст программы с комментариями, тестовые примеры, результаты вычислений, выводы.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие операции определены над указателями в языке C/C++?
2. Что называется списковой структурой данных?
3. Определите различные виды линейных односвязных списков.
4. Как описать элемент списковой структуры на языке C/C++?
5. Напишите на языке C/C++ следующие функции для работы с однонаправленными списками:
 - создание списка;
 - добавления элемента в список;
 - удаления элемента из списка;
 - просмотра списка.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9 ПРОГРАММИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СТРУКТУР ДАННЫХ НА ЯЗЫКЕ C/C++

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение нелинейных структур данных и приобретение навыков разработки и отладки программ, использующих древовидные структуры. Исследование особенностей работы с поисковыми бинарными деревьями на языке C/C++.

2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Представить приведенную в предыдущей работе таблицу в виде бинарного дерева. Написать функции создания и обхода дерева, а также одну из функций, приведенных ниже. Значения полей и количество записей в таблице студент выбирает самостоятельно. Программа должна сохранять дерево в файле и создавать его заново при её повторном запуске.

1. Таблица 1. Функция, которая присваивает параметру E элемент из самого левого листа непустого дерева T.

2. Таблица 2. Функцию, которая присваивает параметру E элемент из самого левого листа непустого дерева T.

3. Таблица 3. Функцию, которая присваивает параметру E элемент из самого левого листа непустого дерева T.

4. Таблица 1. Функцию, которая определяет уровень, на котором находится элемент E в дереве T.

5. Таблица 2. Функцию, которая определяет уровень, на котором находится элемент E в дереве T.

6. Таблица 3. Функцию, которая определяет уровень, на котором находится элемент E в дереве T.

7. Таблица 1. Функцию, которая вычисляет среднее арифметическое всех элементов непустого дерева T (по одному из полей таблицы, которое имеет числовое значение)

8. Таблица 2. Функцию, которая вычисляет среднее арифметическое всех элементов непустого дерева T (по одному из полей таблицы, которое имеет числовое значение)

9. Таблица 3. Функцию, которая вычисляет среднее арифметическое всех элементов непустого дерева T (по одному из полей таблицы, которое имеет числовое значение)

10. Таблица 1. Функцию, которая заменяет в дереве T все элементы меньшие, чем некоторое положительное число A, на это число (по одному из полей таблицы, которое имеет числовое значение).

11. Таблица 2. Функцию, которая заменяет в дереве T все элементы меньшие, чем некоторое положительное число A, на это число (по одному из полей таблицы, которое имеет числовое значение).

12. Таблица 3. Функцию, которая заменяет в дереве T все элементы меньшие, чем некоторое положительное число A , на это число (по одному из полей таблицы, которое имеет числовое значение).
13. Таблица 1. Функцию, которая печатает элементы всех листьев дерева.
14. Таблица 2. Функцию, которая печатает элементы всех листьев дерева.
15. Таблица 3. Функцию, которая печатает элементы всех листьев дерева.
16. Таблица 1. Функцию, которая находит в непустом дереве T длину (число ветвей) пути от корня до вершины с элементом E .
17. Таблица 2. Функцию, которая находит в непустом дереве T длину (число ветвей) пути от корня до вершины с элементом E .
18. Таблица 3. Функцию, которая находит в непустом дереве T длину (число ветвей) пути от корня до вершины с элементом E .
19. Таблица 1. Функцию, которая подсчитывает число вершин на n -ом уровне непустого дерева T .
20. Таблица 2. Функцию, которая подсчитывает число вершин на n -ом уровне непустого дерева T .
21. Таблица 3. Функцию, которая подсчитывает число вершин на n -ом уровне непустого дерева T .
22. Таблица 1. Написать рекурсивную функцию, которая определяет, входит ли элемент в дерево T .
23. Таблица 2. Написать рекурсивную функцию, которая определяет, входит ли элемент в дерево T .
24. Таблица 3. Написать рекурсивную функцию, которая определяет, входит ли элемент в дерево T .
25. Таблица 1. Написать рекурсивную функцию, которая определяет число вхождений элемента E в дерево T .
26. Таблица 2. Написать рекурсивную функцию, которая определяет число вхождений элемента E в дерево T .
27. Таблица 3. Написать рекурсивную функцию, которая определяет число вхождений элемента E в дерево T .
28. Таблица 1. Написать рекурсивную функцию, которая вычисляет сумму элементов (по одному из полей таблицы) непустого дерева T .
29. Таблица 2. Написать рекурсивную функцию, которая вычисляет сумму элементов (по одному из полей таблицы) непустого дерева T .
30. Таблица 3. Написать рекурсивную функцию, которая вычисляет сумму элементов (по одному из полей таблицы) непустого дерева T .

3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

3.1. Бинарные деревья и алгоритмы их обработки

В лабораторной работе требуется выполнить операции над бинарными деревьями. В бинарном дереве каждый узел содержит указатель на левое и правое поддереву. Поэтому узел дерева представляют в виде структуры с тремя полями:

```

struct tree {
    int data;
    struct tree *left;
    struct tree *right;
}

```

Здесь данные, содержащиеся в узле, представлены целыми значениями. При решении конкретной задачи необходимо внести соответствующие изменения в описание поля данных.

Обычно над бинарными деревьями выполняют следующие операции: организацию бинарного дерева, добавления узла к дереву, удаление узла из дерева, просмотр дерева, поиск соответствующего узла в дереве. Алгоритмы этих операций аналогичны рассмотренным ранее алгоритмам обработки деревьев средствами языка Паскаль [5].

Рассмотрим в качестве примера функцию, выполняющую добавление узла в дерево. Процесс добавления узла в дерево является рекурсивным. Если добавленный узел меньше, чем корневой элемент, то добавляем элемент в левое поддерево, иначе добавляем его в правое поддерево. Добавление узла выполняется в этом случае на уровне листьев дерева.

```

struct tree *addtree(struct tree *top, int newnode) {
    if (!top) {                                //если находимся на уровне листа,
        top=new tree;                          //то выделить память под узел
        if (!top){
            printf("Исчерпана память  \n");
            return NULL;    //выход, если нет памяти
        }
        top->data=newnode;    //запись значения в узел
        top->left=NULL;       //обнуление указателей поддеревьев
        top->right=NULL;
    }
    else                                       //иначе
        if (top->data<newnode)               //сравниваем значение узла с
                                                //добавляемым и добавляем узел
            top->left=addtree(top->left,newnode);    //либо в левое поддерево
        else
            top->right=addtree(top->right,newnode); //либо в правое поддерево
    return top;                             //возвращаем указатель на корень
}

```

Если вызов **new** возвращает нулевой указатель, то функция **addtree** завершает свою работу сообщением "Исчерпана память" и возвращает нулевой указатель.


```

void otobr(node *top, int otstup);           //отображение структуры
                                           //дерева
void prosmotr(node *top);                   //просмотр значений узлов
                                           //дерева слева направо
int write_file(ofstream &f, node* top);     //запись в файл
int read_file(char* filename, node* &top);  //чтение из файла
gruz_p vvod();                             //ввод данных

//-----основная функция-----
int main(){
    node *top=0;
    char *filename="gruz.txt";
    ofstream fout;                          //объявление выходного потока

    read_file(filename,top);                //чтение данных из файла
                                           //и создание дерева

    while (1) {
        switch (menu()) {                  //отображение и ввод пункта меню
            case 1:                         //пункт 1
                top=addtree(top,vvod());    //ввод и добавление элемента
                break;
            case 2:                         //пункт 2 – отображение структуры дерева
                otobr(top,1);
                cout<<"Нажмите любую клавишу "<<endl;
                cin.get();
                break;
            case 3:                         //пункт 3 – просмотр значений в узлах
                prosmotr(top);
                cout<<"Нажмите любую клавишу "<<endl;
                cin.get();
                break;
            case 4:                         //пункт 4 – подсчет количества вершин
                int level;                  //на уровне level дерева
                int n=0;
                cout<<"Введите значение уровня"<<endl;
                cin>>level;                 //ввод значения уровня
                cin.get();
                cout<<"На данном уровне:"<<node_count(top,level,n)
                    <<"вершин"<<endl;
                cout<<"Нажмите любую клавишу "<<endl;
                cin.get();
                break;
            case 5:                         //пункт 5 – запись в файл
                fout.open(filename);        //открытие файла
                if (!fout){

```

```

        cout<<"Ошибка открытия файла"<<endl; return 1;}
    write_file(fout,top);           //сохранение данных в файле
    cout<<"Данные сохранены в файле: "<<filename<<endl;
    cout<<"===== "<<endl;
    cout<<"Нажмите любую клавишу "<<endl;
    cin.get();
    break;
case 6:                             //пункт 6 – ВЫХОД
    return 0;
default:                             //если неверно введен пункт меню
    cout<<"Вам следует ввести число от 1 до 6"<< endl;
    cin.get();
    break;
}
}
}
//-----добавление узла в дерево-----
node* addtree(node *top,const gruz_p& newnode) {
    if (!top) {                       //если находимся на уровне листа,
        top=new node;                 //то выделить память под узел
        if (!top) {cout<<"Не хватает памяти"<<endl;
            return NULL;              //выход если память не выделена
        }
        top->data=newnode;             //запись данных в узел
        top->left=NULL;                 //обнуление указателей
        top->right=NULL;
    }
    else                               //иначе
        if (strcmp(top->data.fio,newnode.fio)>0) //сравниваем значение в
                                                    узле с добавляемым и
        top->left=addtree(top->left,newnode);    //добавляем в левое
                                                    //поддерево
        else
            top->right=addtree(top->right,newnode); //или правое поддерево
    return top;                         //возвращаем указатель
                                        //на корень дерева
}
// -----отображение структуры дерева-----
//  Функция отображения структуры дерева.
//  Дерево отображается повернутым на 90 градусов против
//  часовой стрелки. Узлы дерева, находящиеся на одном
//  уровне, отображаются с одинаковым отступом от края
//  экрана.}
void otobr(node *top, int otstup) {
    if (top) {

```

```

        otstup+=3;                                //отступ от края экрана
        otobr(top->right,otstup);                  //обход правого поддерева
        //Вывод значения фамилии, соответствующего узла
        cout<<setw(otstup)<<' '<<top->data.fio<<endl;
        otobr(top->left,otstup);                   //обход левого поддерева
    }
}
// -----просмотр дерева-----
void prosmotr(node *top) {                        //просмотр сверху вниз
    if (top) {
        cout<<top->data.fio<<endl;                //вывод значения корня
        cout<<top->data.address<<endl;
        prosmotr(top->left);                       //обход левого поддерева
        prosmotr(top->right);                      //обход правого поддерева
    }
}
//-----ВВОД ДАННЫХ-----
gruz_p vvod() {
    груз_p p;
    cout<<"Введите ф.и.о."<<endl;
    cin.getline(p.fio,d_f);
    cout<<"Введите адрес"<<endl;
    cin.getline(p.address,d_a);
    return p;
}
//-----отображение и ввод пунктов меню-----
int menu() {
    char buf[10];
    int item;
    do {
        clrscr();
        cout<<endl;
        cout<<"=====ДЕРЕВЬЯ===== "<<endl<<endl;
        cout<<"1- Добавить элемент в дерево"<<endl;
        cout<<"2- Отобразить структуру дерева"<<endl;
        cout<<"3- Просмотр дерева"<<endl;
        cout<<"4- Подсчет узлов на заданном уровне"<<endl;
        cout<<"5- Запись данных в файл"<<endl;
        cout<<"6- Выход"<<endl;
        cout<<"===== "<<endl;
        cout<<"Введите номер пункта меню"<<endl;
        cin>>buf;                                //ввод номера пункта
        cin.get();
        item=atoi(buf);                        //преобразовать его в целое
        if (!item) {                             //если ошибка

```

```

        cout<<"Вам следует ввести число от 1 до 6"<<endl;
        cin.get();
    }
    } while (!item);          //повторять пока не будет введено правильно
    return item;              //вернуть номер введенного пункта меню
}
//-----подсчет узлов на заданном уровне дерева-----
int node_count(node *top,int level,int &n) {    //n передается по ссылке
                                                //т.к. модифицируется

    if ((level>=1)&&top) {
        if (level==1) n++;                //увеличить счетчик, если
                                                //на уровне level есть вершина.

        n=node_count(top->left,level-1,n); //подсчет узлов в левом
                                                //поддереве
        n=node_count(top->right,level-1,n); //подсчет узлов в правом
                                                //поддереве
    }
    return n;
}
// -----чтение файла-----
int read_file(char* filename, node* &top ) {
    ifstream fin(filename,ios::in | ios::nocreate); //открытие файла
    if (!fin) {cout<<"Не найден файл"<<filename<<endl; return 1;}

   руз_p p;
    top = 0;
    while (fin.getline(p.fio,d_f)) {          //чтение ф.и.о. пока не конец файла
        fin.getline(p.address,d_a);          //чтение адреса
        top=addtree(top,p);                  //добавить эл-т в дерево
    }
    return 0;
}
// -----запись данных в файл-----
int write_file(ofstream &f, node* top) {

    if (top) {
        f<<top->data.fio<<endl;              //запись корня под(дерева)
        f<<top->data.address<<endl;
        write_file(f,top->left);              //запись левого поддерева
        write_file(f,top->right);             //запись правого поддерева
    }
    return 0;
}

```

Функции **write_file** передается ссылка на открытый выходной поток, так как она является рекурсивной. Это исключает возможность открытия потока внутри функции по аналогии с функцией **read_file**.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить в ходе самостоятельной подготовки функции обработки бинарных деревьев на языке C/C++.
2. Описать элемент бинарного дерева в соответствии с вариантом задачи.
3. Разработать алгоритм решения задачи, разбив его на отдельные функции, так как указано в варианте задания.
4. Разработать программу на языке C/C++.
5. Разработать тестовые примеры, которые предусматривают проверку корректности работы программы в разных режимах.
6. Выполнить отладку программы
7. Получить результаты работы программы и исследовать её свойства в различных режимах работы, сформулировать выводы.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Цель работы, вариант задания, структурные схемы алгоритмов с описанием, текст программы с комментариями, тестовые примеры, результаты вычислений, выводы.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что понимают под нелинейной структурой данных?
2. Что называется бинарным деревом данных?
3. Как построить упорядоченное бинарное дерево?
4. От чего зависит эффективность поиска в бинарном дереве?
5. Что понимают под симметричным и выровненным деревом?
6. Как формируется выровненное дерево?
7. Напишите на языке C/C++ функции для работы с бинарными деревьями:
 - создания упорядоченного бинарного дерева;
 - добавления элементов в дерево;
 - удаления листа дерева;
 - обхода дерева.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10 ГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА BORLAND C

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1.1 Изучение основных возможностей графической библиотеки языка Borland C.

1.2 Приобретение практических навыков по разработке и отладке программ, использующих графические режимы дисплеев.

2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

1. Построить графики функций $y = 3 * x^2$;
2. Построить графики функций $y = 6 * x^2 + 3 * x$.
3. Построить графики функций $y = x^3 + 2 * x^2 + x$.
4. Построить графики функций $y = x^5$.
5. Построить графики функций $y = \sin(x)$.
6. Построить графики функций $y = \cos(x - 1) + |x|$.
7. Исследовать область определения и построить график следующей функции $y = 1/x$.
8. Исследовать область определения и построить график следующей функции $y = 3 + 2/x + 2/x^2$.
9. Исследовать область определения и построить график следующей функции $y = (x + 3)/(x - 2)$.
10. Исследовать область определения и построить график следующей функции $y = 3 - 2/x - 2/x^2$.
11. Исследовать область определения и построить график следующей функции $y = 1/(3 * x^2 + 2 * x + 1)$.
12. Исследовать область определения и построить график следующей функции $y = 1/(x^2 + 2 * x + 1)$.
13. Исследовать область определения и построить график следующей функции $y = 1/(x^2 + 3 * x + 1)$.
14. Построить кривую по заданному параметрическому представлению.
Окружность радиуса r с центром в начале координат $\begin{cases} x = r * \cos(t); \\ y = r * \sin(t); \end{cases} t \in [0, 2\pi)$.

15. Построить кривую по заданному параметрическому представлению. Эллипс с большой и малой полуосями, равными соответственно r_1 и r_2 и расположенными параллельно осям координат $\begin{cases} x = r_1 * \cos(t); \\ y = r_2 * \sin(t); \end{cases} t \in [0, 2\pi)$.

16. Построить кривую по заданному параметрическому представлению. Улитка Паскаля: $\begin{cases} x = a * \cos^2(t) + b * \cos(t); \\ y = a * \cos(t) * \sin(t) + b * \sin(t); \end{cases} a > 0; b > 0; t \in [0, 2\pi)$.

17. Построить кривую по заданному параметрическому представлению. Кардиоида: $\begin{cases} x = a * \cos(t) * (1 + \cos(t)); \\ y = a * \sin(t) * (1 + \cos(t)); \end{cases} a > 0; t \in [0, 2\pi)$.

18. Построить кривую по заданному параметрическому представлению. Эпициклоида: $\begin{cases} x = (a + b) * \cos(t) - a * \cos((a + b) * t / a); \\ x = (a + b) * \sin(t) - a * \sin((a + b) * t / a); \end{cases} a > 0; b > 0; t \in [0, 2\pi)$.

19. Построить кривую по заданному параметрическому представлению. Астроида: $\begin{cases} x = b * \cos^3(t); \\ y = b * \sin^3(t); \end{cases} t \in [0, 2\pi)$.

20. Построить кривые по их уравнениям в полярных координатах. Овалы Кассини: $\begin{cases} p^2 = \cos(2 * \phi) + \sqrt{c^4 * \cos^4(2 * \phi) + (a^4 - c^4)} \\ p^2 = \cos(2 * \phi) - \sqrt{c^4 * \cos^4(2 * \phi) + (a^4 - c^4)} \end{cases}$.

Рассмотреть случай, когда $a > c * \sqrt{2} > 0$;

21. Построить кривые по их уравнениям в полярных координатах. Овалы Кассини: $\begin{cases} p^2 = \cos(2 * \phi) + \sqrt{c^4 * \cos^4(2 * \phi) + (a^4 - c^4)} \\ p^2 = \cos(2 * \phi) - \sqrt{c^4 * \cos^4(2 * \phi) + (a^4 - c^4)} \end{cases}$.

Рассмотреть случай, когда $0 < c < a < c * \sqrt{2}$.

22. Построить кривые по их уравнениям в полярных координатах. Овалы Кассини: $\begin{cases} p^2 = \cos(2 * \phi) + \sqrt{c^4 * \cos^4(2 * \phi) + (a^4 - c^4)} \\ p^2 = \cos(2 * \phi) - \sqrt{c^4 * \cos^4(2 * \phi) + (a^4 - c^4)} \end{cases}$.

Рассмотреть случай, когда $0 < a < c$.

23. Построить кривые по их уравнениям в полярных координатах. Лемниската: $p = a * \sqrt{2 * \cos(2 * \phi)}$; $a > 0$.

24. Составить программу, которая перемещает по экрану окружность.

25. Составить программу, которая перемещает по экрану прямоугольник.

26. Составить программу, которая перемещает по экрану эллипс.

27. Составить программу, которая перемещает по экрану дугу окружности.

28. Изобразить на экране точку, пересекающую с постоянной скоростью экран справа налево.

29. Изобразить на экране прямую, вращающуюся в плоскости экрана вокруг одной из своих точек.

30. Изобразить на экране точку, движущуюся по окружности с постоянной угловой скоростью.

3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

3.1. Графический режим видеоадаптера

Видеоадаптер персонального компьютера может работать в одном из двух режимов – *текстовом или графическом*. В текстовом режиме на экране дисплея отображаются только символы. В графическом режиме минимальным элементом изображения является *пиксель* — графическая точка. Отметим, что Windows-программы работают только в графическом режиме, а использование текстового режима является характерным только для DOS-программ. Когда программу, которая работает в текстовом режиме, запускают из среды Windows, режим видеоадаптера может оставаться графическим, а текстовый режим будет эмулироваться только в пределах окна программы. Такой режим выполнения DOS-программ называется оконным. Полноэкранный режим выполнения DOS-программ предполагает установку необходимого видеорежима во время ее запуска и возврат к исходному режиму после завершения её работы. DOS-программа, которая работает с графикой, может быть выполнена только в полноэкранный режим.

Программа, работающая в графическом режиме, использует *графические драйверы* – файлы, которые обеспечивают взаимодействие с видеоадаптером. Для разных типов видеоадаптеров используют различные графические драйверы. Основными характеристиками видеоадаптера являются разрешающая способность и количество цветов. Разрешающая способность задается парой чисел, первое из которых показывает количество пикселей в одной строке, а второе – число строк. Современные дисплейные адаптеры принадлежат к классу **SVGA** (Super Video Graphics Array). Такие адаптеры характеризуются разрешающей способностью более 640x480 пикселей и позволяют использовать не менее 256 цветов. Для работы с **SVGA** адаптерами используются драйверы **svga256.bgi** и **egavga.bgi**.

Графическая система языка Borland C состоит из обширной библиотеки **GRAPHICS.LIB**. При создании программы, обращающейся к функциям графической библиотеки, необходимо подключить заголовочный файл **GRAPHICS.H**.

Графическая система содержит внутреннюю переменную, предназначенную для хранения кода завершения графических функций. В случае ошибки код завершения функции является отрицательным и определяется константой перечислимого типа **graphics_errors**. Текущее значение переменной возвращает функция **graphresult**.

Прежде чем обращаться в прикладной программе к функциям графической библиотеки, необходимо выбрать графический драйвер, соответствующий установленному на персональном компьютере видеоадаптеру. Для выбора драйвера можно воспользоваться функцией **detectgraph**, которая тестирует аппаратуру видеоадаптера и автоматически выбирает необходимый драйвер и графический режим:

```
void detectgraph( int far *graphdriver, int far *graphmode);
```

Эта функция через свои аргументы возвращает номер графического драйвера, обслуживающего обнаруженный ею дисплейный адаптер, и номер графического режима, обеспечивающего максимальное для данного адаптера разрешение. Возвращенные функцией **detect_graph** значения в дальнейшем могут быть переданы функции инициализации графической системы **initgraph**. Функция **initgraph** ищет на диске bgi-файл, содержащий требуемый драйвер, загружает и инициализирует соответствующий драйвер; переводит систему в графический режим и передает контроль вызванной программе. Прототип этой функции:

```
void initgraph ( int far *driver, int far *mode, char far *pathtodriver);
```

Аргументами функции являются указатели на переменные, содержащие номер графического драйвера, номер графического режима этого драйвера и путь к bgi-файлу.

Если по указателю ***driver** перед вызовом было записано значение **DETECT** (или 0), то сначала запускается процедура автоматического тестирования аппаратуры видеоадаптера. В этом случае нет необходимости вызывать функцию **detectgraph**. Всю работу, связанную с переходом в графический режим, выполнит функция **initgraph**.

Ниже приведен фрагмент кода, позволяющий перевести систему в графический режим:

```
# include <graphics.h>  
main()  
{  
    int Driver,Mode;  
    Driver=DETECT;  
    initgraph(&Driver,&Mode," ");  
    ...  
    closegraph();  
    return 0;  
}
```

Здесь функция **initgraph** вызывается в режиме автоматического тестирования аппаратуры. Поиск файла с драйвером выполняется в текущей директории.

Функция **closegraph()** освобождает память от драйвера и восстанавливает исходный видеорежим.

Используя функции **restorecrtmode** и **setgraphmode**, можно осуществлять переход в текстовый режим и обратно. При этом графический драйвер и графический буфер сохраняются в оперативной памяти. Синтаксис функций:

```
void far restorecrtmode(void);  
void far setgraphmode(int mode);
```

Восстановить прежний графический режим можно, если запомнить его номер. Это можно сделать с помощью функции **getgraphmode**:

```
int far getgraphmode(void);
```

Эта функция возвращает текущее значение номера графического режима для активизированного драйвера.

3.2. Функции управления графическим окном

После установки графического режима по умолчанию графическим окном является весь экран. Левый верхний угол экрана имеет координаты (0,0), а правый нижний имеет координаты (**getmaxx()**,**getmaxy()**), где **getmaxx** и **getmaxy** — функции, возвращающие значения максимальных координат. Смена графического окна может быть выполнена с помощью функции **setviewport**:

```
void far setviewport(int left,int top, int right, int bottom,int clip)
```

Ее аргументами являются координаты окна, а также логическое выражение (**clip**), определяющее требуется ли отсекал части изображения, выходящие за пределы окна или нет. Все графические операции касаются текущего графического окна, а координаты графического курсора всегда отсчитываются от верхнего левого угла экрана. Графический курсор невидим, но его текущие координаты можно определить с помощью функций **getx** и **gety**. Переместить курсор в требуемую позицию можно с помощью функций:

```
void far moveto (int x, int y);  
void far moverel (int dx, int dy);
```

Первая перемещает курсор в позицию, заданную координатам **x** и **y**. Вторая перемещает курсор относительно текущей позиции на вектор (**dx,dy**). Для очистки графического окна используется функция:

```
void far clearviewport(void);
```

При построении графических образов необходимо помнить, что на экране дисплея содержится разное количество пикселей по вертикали и горизонтали. Это приводит к тому, что горизонтальный и вертикальный отрезки, содержащие одинаковое число пикселей, на экране будут выглядеть как отрезки разной длины. Для правильного отображения требуется знать коэффициент пропорциональности (**aspect ratio**). Его можно определить с помощью функции:

```
void far getaspectratio(int far *xasp, int far *yasp);
```

Эта функция через свои аргументы возвращает искомое значение, причем ***yasp** всегда устанавливается равным 10000, величина ***xasp** ≤ ***yasp**. Отношение ***xasp** к ***yasp** и дает коэффициент пропорциональности.

3.3. Управление цветом и стилем заполнения фигур

При инициализации графического режима определяется доступная палитра цветов. *Палитрой* называют максимальный набор цветов, поддерживаемых одновременно bgi-драйвером. Цвета нумеруются от 0 до **getmaxcolor()**. Выбор номера цвета для изображения обеспечивает функция **setcolor(int color)**. Цвет фона может быть изменен функцией **setbkcolor(int color)**. После выполнения функции **setcolor(n)** все объекты изображаются в цвете, связанном с позицией **n** палитры цветов. Числа от 0 до 15, которые используются для обозначения цветов, определяют цветовые атрибуты пикселя или, как их еще называют, "программные цвета". Каждому программному цвету присваивается аппаратный цвет из полной палитры. Например, для адаптера VGA программные цвета выбираются из полной палитры в 256 цветов.

В программе для указания цвета можно вместо его номера использовать константы перечислимого типа **COLORS**, обозначающие цвета:

```
enum COLORS {BLACK, BLUE, GREEN, RED, MAGENDA, BROUN,  
LIGHTGRAY, DARKGRAY, LIGHTBLUE, LIGHTGREEN, LIGHTCYAN,  
LIGHTRED, LIGHTMAGENDA, YELLOW, WHITE};
```

Для управления соответствием между программными и аппаратными цветами используется ряд функций. Например, вызов **setpalette(0,RED)** присваивает первому цвету палитры красный цвет.

Для закрашивания геометрических фигур используются функции, заполняющие контур в соответствующем стиле:

```
setfillstyle(int pattern, int color);  
floodfill(int x,int y,int border);
```

Первая функция устанавливает стиль заполнения (заливки) и цвет, а вторая закрашивает замкнутую область, в которой содержится точка (**x,y**). Параметр

border задает цвет границы. Параметр **pattern** определяет стиль заполнения. Существует 12 заранее определенных стилей заполнения. Например: **EMPTY_FILL** – заливка цветом фона; **SOLID_FILL** – заливка заданным цветом; **LINE_FILL** – штриховка горизонтальными линиями; **LTSLASH_FILL** – диагональная штриховка и др. Их символические имена задаются перечисленным типом **fill_patterns**.

3.4. Графические примитивы

Графические примитивы – это геометрические фигуры, которые можно отобразить на экране с помощью специальных функций. Все функции, описанные ниже, имеют тип **void far** и выполняют следующие действия:

line (int x1, int y1, int x2, int y2) – изображение отрезка прямой;

linerel (int dx, int dy) – изображение отрезка прямой относительно текущей позиции;

lineto (int x, int y) – изображение отрезка прямой из текущей точки в точку с заданными координатами;

circle (int x, int y, int radius) – изображение окружности;

arc (int x, int y, int stangle, int endangle, int radius) – изображение дуги радиуса **radius** с координатами (x,y) от угла **stangle** до **endangle**;

ellipse (int x, int y, int stangle, int endangle, int xradius, int yradius) – изображение эллиптической дуги с аналогичными параметрами;

rectangle(int x1, int y1, int x2, int y2) – изображение прямоугольника;

rawpoly (int numpoints, int far *polypoints) – изображение ломанной, заданной набором координат некоторого множества точек.

В последней функции параметр **numpoint** – это количество точек ломанной. Параметр ***polypoints** указывает на массив, каждый элемент которого есть структура из двух полей, которые интерпретируются как координаты (x,y) очередной точки. Функцию **drawpoly** часто используют для вывода графиков функций, заданных таблично.

Доступ к отдельным пикселям активной страницы обеспечивают две функции:

unsigned far getpixel (int x, int y);

void far putpixel (int x, int y, int color);

Первая функция возвращает номер цвета пикселя с координатами (x,y). Вторая выводит пиксель с координатами (x,y) цветом **color**.

Стилем и толщиной линий можно управлять с помощью функции

setlinestyle(int lynestyle, unsigned upattern, int thickness);

Аргумент **lynestyle** устанавливает стиль рисования линий, **upattern** – определяет пользовательский шаблон, а **thickness** – толщину линий. Доступные значения для толщины линий: **NORM_WIDTH** (нормальная) и

THICK_WIDTH (толстая). При этом аргумент **thickness** воздействует на все контурные графические примитивы, а аргументы **lynestyle** и **upattern** – только на кусочно-линейные. Стиль рисования линий задается константами перечислимого типа:

```
enum line_styles {
    SOLID_LINE=0,      //сплошная линия
    DOTTED_LINE=1,     //точечная
    CENTER_LINE=2,     //штрих-пунктирная
    DASHED_LINE=3,     //пунктирная
    USER_BIN=4};      //пользовательский стиль
```

При выборе значений указанных констант от 0 до 3 параметр **upattern** в функции **setlinestyle** игнорируется. Шаблон **upattern** используется, если значение **lynestyle** равно 4. Он представляет собой 16-битовое слово. Если бит шаблона равен 1, то соответствующий пиксель шаблона рисуется, в противном случае – нет. Так, пунктирная линия задается шаблоном **0x0F0F** или **0x3333**.

3.5. Отображение текстовой информации в графическом режиме

Текст в графическом режиме выводится с помощью шрифтов, которые сохраняются в файлах с расширением **chr**. Параметры вывода текста определяются функцией

```
settextstyle(int font, int direction, int charsize);
```

Аргумент **direction** задает направление вывода текста (**HORIZ_DIR**, **VERT_DIR**), аргумент **charsize** – размер символов (от 1 до 10). Вид шрифта определяется значением аргумента **font** (от 0 до 4). Все шрифты, кроме шрифта **DEFAULT_FONT=0**, являются *векторными*. Т.е. их элементы формируются как совокупность векторов, которые характеризуются направлением и длиной.

Расположением выводимой строки текста относительно опорной точки управляет функция

```
settextjustify(int horiz, int vert);
```

Её аргументы принимают значения перечислимого типа:

```
enum text_just{
    LEFT_TEXT=0,      //расположить слева
    CENTER_TEXT=1,    //расположить по центру
    RIGHT_TEXT=2,     //расположить справа
    BOTTOM_TEXT=0,     //расположить внизу
    TOP_TEXT=2 };     //расположить сверху
```

Вывод текста выполняется функциями

outtext (char far *textstring);
outtextxy(int x, int y, char far *textstring);

Обе функции в качестве аргумента получают указатель **textstring** на выводимую строку символов. За одно обращение к функции выводится одна строка. Первая функция выводит текст в текущую графическую позицию, вторая – в точку, заданную с помощью аргументов **x** и **y**.

3.6. Построение графиков функций

График функции $f(x)$ строят по точкам $(x, f(x))$. Для этого циклически задают значение абсциссы $\{x_i\}$ и вычисляют соответствующие ординаты $y_i=f(x_i)$. Затем отрезками соединяют точки (x_{i-1}, y_{i-1}) с точками (x_i, y_i) .

Для изображения графика следует перевести вычисленные математические координаты точек в их экранные эквиваленты, умножив координаты $(x, f(x))$ на масштаб. С учетом того, что центр системы координат – это центр экрана, а экранная ось ординат направлена в обратную сторону по сравнению с математической осью, получим следующие выражения для экранных координат:

$$y_{\text{экрана}} = y_{\text{центра}} - \text{масштаб} * f(x),$$

$$x_{\text{экрана}} = x_{\text{центра}} + \text{масштаб} * x.$$

При построении графиков функций приведенные формулы используют в следующем порядке:

- циклически изменяют значение $x_{\text{экрана}}$ от 0 до значения, равного максимальному числу пикселей в строке;
- для заданного значения $x_{\text{экрана}}$ вычисляют математическую координату x по формуле $x = (x_{\text{экрана}} - x_{\text{центра}}) / \text{масштаб}$;
- вычисляют $y_{\text{экрана}}$ по указанной выше формуле и получают экранную точку с координатами $(x_{\text{экрана}}, y_{\text{экрана}})$;
- полученные экранные точки соединяют отрезками и получают график функции.

3.7. Преобразование координат и анимационные эффекты

Преобразование координат используют при изменении масштаба изображения, переносе и повороте изображений. Рассмотрим линейные преобразования координат двумерных объектов. Такие преобразования выполняются с помощью соответствующих формул.

Предположим, что в декартовой системе координат задана плоская геометрическая фигура и (x,y) – координаты одной из её точек. Пусть (x_1,y_1) координаты этой же точки после преобразования. Тогда параллельное перемещение фигуры на dx пикселей вдоль оси X и на dy пикселей вдоль оси Y можно выполнить с помощью формул:

$$x_1=x+dx, \quad y_1=y+dy.$$

Растяжение фигуры в k_x и k_y раз выполняется на основе соотношений

$$x_1=x * k_x, \quad y_1=y * k_y.$$

Поворот фигуры вокруг начала координат на угол ϕ :

$$\begin{aligned} x_1 &= x * \cos \phi + y * \sin \phi, \\ y_1 &= -x * \sin \phi + y * \cos \phi. \end{aligned}$$

В ходе разработки анимационных программ необходимо создавать эффект перемещения графических объектов. Простейший способ реализации этого эффекта заключается в том, чтобы нарисовать объект соответствующим цветом, а затем скрыть его путем повторного перерисовывания цветом фона. Затем изобразить объект в новых координатах. С целью повышения быстродействия программы при обработке изображений больших размеров их сначала копируют в оперативную память, а затем выводят на экран их копии в требуемых координатах. Для этого используют функции

```
void getimage(int x1 int y1, int x2, int y2, void far *bitmap);  
void putimage(int x, int y, void far *bitmap, int op).
```

Функция **getimage** сохраняет в памяти изображение, очерченное прямоугольником, левым верхним углом которого является точка (x_1,y_1) , а правым нижним – точка (x_2,y_2) . Изображение сохраняется в памяти по указателю **bitmap**. Объем памяти, необходимый для хранения изображения, можно определить с помощью функции **imagesize(int x1,int y1,int x2, int y2)**. Возвращаемое ею значение можно непосредственно передавать одной из функций для выделения оперативной памяти.

Функция **putimage** восстанавливает изображение на экране в координатах левого верхнего угла (x,y) . Параметр **op** (возможные значения от 0 до 4) обозначает способ взаимодействия новой копии изображения с изображением, которое уже имеется на экране. В простейшем случае, когда **op=0**, происходит простое копирование изображения из памяти. Значение **op=1** позволяет выполнять побитовую операцию “исключающего или” над содержимым оперативной памяти и видеобуфера для каждого пикселя. Это дает возможность удалять изображение в тех точках экрана, где помещен его оригинал. Если эту операцию выполнить дважды для одних и тех же координат экрана, то изображение

не изменится. Это весьма полезно при программировании движущихся по экрану объектов.

3.8. Пример программы построения графика функции

Напишем программу, которая строит график функции $f(x) = |\sin x| + \cos |x|$. Область определения этой функции – вся ось абсцисс, а область значений $[-2, 2]$. Отрезок оси ординат для удобства отображения следует растянуть. Для этого выполним масштабирование. Масштаб будем задавать целым числом от 20 до 100. Значения масштаба будем хранить в переменной **scale**, координаты центра экрана – в переменных **cx** и **cy**. Алгоритм построения графика функций описан в разделе 3.6.

График строится с помощью функции **draw_function()**. Функции **axis()** и **razmetka()** строят координатные оси и размечают их. При разметке координатных осей используются функция **floattoa**, обеспечивающая преобразование вещественного значения в строку.

```
#include <stdio.h>
#include <graphics.h>
#include <conio.h>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

//-----глобальные переменные-----
float scale;           //масштаб
int cx,cy;             //координаты центра экрана
int maxX,maxY;         //максимальное число пикселей по осям
const float PI=3.14159265;

//-----прототипы функций-----
float f(float x);       //отображаемая функция
void axis();            //вычерчивание осей координат
void razmetka();        //разметка осей координат
void draw_function();   //построение графика функции f(x)
char* floattoa(float j); //преобразование вещ. значения в строку

//-----основная функция-----
main() {
    int dr,mode;        //номер графического драйвера и режима
    int errorcode;      // код ошибки

    //установка графического режима
    dr=DETECT;          //автоматическое определение режима
    initgraph(&dr,&mode,"c:\\tools\\bc\\bgi");
    errorcode=graphresult(); //определение кода ошибки
```

```

if (errorcode!=grOk) {
    printf("Graphic system error: %s\n",grapherrormsg(errorcode));
    exit(1);} //выход, если не установлен граф. режим

//определение максимального числа пикселей по осям и центра экрана
maxX=getmaxx();
maxY=getmaxy();
cx=maxX/2;
cy=maxY/2;

//установка цвета
setbkcolor(WHITE); //цвет фона белый
setcolor(BLUE); //основной цвет синий

//ввод масштаба
outtext("Input scale (20..100):");
gotoxy(27,1);
scanf("%f",&scale);

cleardevice(); //очистка экрана
axis(); //построение осей
razmetka(); //разметка осей
outtextxy(10,30,"y=|sin(x)+cos(x)|");
draw_function(); //построение графика f(x)
getch();
closegraph(); //закрытие граф. режима
return 0;
}

//-----вычисление функции f(x)-----
float f(float x){
    return fabs(sin(x))+cos(fabs(x));
}

//-----построение осей координат-----
void axis(){
    setcolor(BLUE);
    line(cx,0,cx,maxY); // ось y
    line(0,cy,maxX,cy); // ось x
    line(maxX-10,cy-5,maxX,cy); //стрелки на оси x
    line(maxX-10,cy+5,maxX,cy);
    line(cx,0,cx-5,10); //стрелки на оси y
    line(cx,0,cx+5,10);
    outtextxy(maxX-10,cy+20,"X"); // надпись X
    outtextxy(cx+10,10,"Y"); //надпись Y
}

```

```

}
//-----разметка осей-----
void razmetka(){
    float i,           //экранная координата оси
          j;           //логическая координата оси
    char *s;

    setcolor(BLUE);    //цвет рисок на осях

    // разметка оси x
    j=0;               //'0' в центре координатной системы
    do {
        //разметка левой части x
        i=cx-j*scale;  //вычисление экранной координаты
        line(floor(i),cy-5,floor(i),cy+5); //проставка рисок на оси
        if (j!=0) {
            s=floattoa(-j);           //преобразование числа в строку
            outtextxy(floor(i)-10,cy+10,s); //вывод чисел на оси
        }
        //разметка правой части x
        i=cx+j*scale;
        line(floor(i),cy-5,floor(i),cy+5);
        if (j!=0) {
            s=floattoa(j);
            outtextxy(floor(i)-10,cy+10,s);
        }
        j=j+PI;           //j изменяем с шагом Pi
    }
    while (j<=8*PI);      // вся ось X от -8*Pi до +8*Pi

    // разметка оси y
    j=0;
    do {
        // разметка верхней части оси y
        i=cy-j*scale;
        line(cx+3,floor(i),cx-3,floor(i));
        if (j!=0) {
            s=floattoa(j);
            outtextxy(cx+15,floor(i)-2,s);
        }
        // разметка нижней части оси y
        i=cy+j*scale;
        line(cx+3,floor(i),cx-3,floor(i));
        if (j!=0) {
            s=floattoa(-j);

```

```

        outtextxy(cx+15,floor(i)-2,s);
    }
    j=j+0.5;
}
while (j<=2);           // вся ось Y от -2 до +2
}
//-----построение графика функции-----
void draw_function(){
    int x0,y0,x1,y1;      //экранные координаты концов отрезка
    float x;              //аргумент функции
    setcolor(RED);
    for (x0=0;x0<=maxX;x0++){
        x=(x0-cx)/scale;   //вычисление аргумента x по x0
        y0=floor(cy-scale*f(x)); //вычисление экр. координаты y0
        if (x0>0) line(x0,y0,x1,y1); //построение отрезка
        x1=x0;             //копирование экр. координат.
        y1=y0;
    }
}
//-----преобразование вещественного числа в строку-----
char* floattoa(float j){
    int i,l;
    int dec,sign;
    const int ndig=2;      //число цифр в строке будет 2+1

    char *s;
    //fcvt – стандартная функция биб-ки stdlib.h
    s=fcvt(j,ndig,&dec,&sign); //копирование цифр из j в s,
                                //dec-позиция десятичной точки
                                //sign>0 если j<0;

    //формирование числовой строки с правильным следованием символов
    //копируем строку s в строку snew с учетом знака и позиции дес. точки
    char *snew=new char[strlen(s)+3];
    i=l=0;
    if(sign){ snew[l]='-';l++;}
    while (s[i]!='\0') {
        if(i==dec) {snew[l]='.';l++;}
        snew[l]=s[i];
        i++;
        l++;
    }
    snew[l]='\0';
    return snew;           //возвращаем snew
}

```

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В ходе самостоятельной подготовки изучить особенности графического режима видеоадаптера и основные функции графической библиотеки Borland C. Ответить на контрольные вопросы.
2. Внимательно изучить постановку задачи. Выполнить анализ области значений логических и экранных координат, выбрать при необходимости масштаб.
3. Разработать алгоритм решения задачи, разбив его при необходимости на отдельные этапы (функции).
4. Разработать программу на языке C/C++.
5. Разработать тестовые примеры, следуя указаниям, изложенным в разделе 3.
6. Выполнить отладку программы.
7. Получить результаты работы программы и исследовать её свойства в различных режимах работы, сформулировать выводы.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Цель работы, постановка задачи и вариант задания, математическое обоснование задачи, структурная схема алгоритма решения задачи с описанием, текст программы с комментариями, тестовые примеры, результаты вычислений, выводы.

6. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Чем отличаются текстовый и графический режим работы дисплея?
2. Что понимают под разрешающей способностью дисплея?
3. Что такое видеопамять, видеоадаптер?
4. Для чего предназначены драйверы графической системы? Как узнать какие режимы поддерживаются видео драйвером?
5. Опишите функции **detectgraph** и **initgraph**?
6. Как вызвать функцию **initgraph** в режиме автоматического тестирования аппаратуры?
7. Какие функции существуют в Borland C для перехода из графического режима в текстовый и обратно? Опишите их?
8. Объясните систему координат графического окна? Как устанавливаются его размеры? Каким образом производится его очистка?
9. Для чего нужно знать коэффициент пропорциональности вертикальных и горизонтальных отрезков?
10. Каким образом в Borland C выполняется управление цветом?

11. Как отобразить текст в графическом режиме?
12. Какие графические примитивы можно отображать встроенными функциями языка Borland C?
13. Как управлять стилем рисования линий?
14. Какие функции языка Borland C обеспечивают управление отдельными пикселями?
15. Приведите формулы преобразования логических координат в экранные.
16. Приведите формулы линейного преобразования координат.
17. Как реализовать анимацию?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белецкий Я. Энциклопедия языка Си: Пер. с польск./ Я. Белецкий. – М.:Мир, 1992. – 687 с.
2. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных: Пер. с англ./ Н. Вирт. – М.:Мир, 1989. – 360 с.
3. Глушаков С.В. Язык программирования C++/ С.В. Глушаков, А.В. Коваль, С.В. Смирнов.—Харьков: Фолио, 2002.—500 с.
4. Керниган Б. Язык программирования Си: Пер. с англ. /Под ред. и с предисл. В.С. Штаркмана. -2-е изд., перераб. и доп./ Б. Керниган, Ритчи Д. –М.: Финансы и статистика, 1992. – 272 с.
5. Программирование на языке Паскаль: методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Основы программирования и алгоритмические языки” для студентов дневной и заочной формы обучения направления 6.0804 – “Компьютерные науки”, часть 2/ Сост. В.Н. Бондарев.— Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2006. — 67с.
6. C/C++. Структурное программирование: Практикум / Т.А. Павловская, Ю.А. Щупак. – СПб.: Питер, 2004.—239 с.