Практическое занятие №2.
Тема: Взаимодействие функций в программах

Цель: получение практических навыков проектирования взаимодействия функций в программах с использованием локальных и глобальных переменных.

Основные теоретические положения

Общие сведения о функциях и области видимости переменных

Функция – это логически самостоятельная именованная часть программы, в которую может передаваться любое количество значений аргументов (или не передаваться), а функция может возвращать (или не возвращать) значение.

Объявление функции

При объявлении функции указывается (слева направо):

- тип возвращаемого функцией значения;
- имя функции;
- в круглых скобках – типы и имена параметров (переменных).

Как и всякое объявление, конструкция заканчивается точкой с запятой. Пример.

```
int buf (int a);
```

Данное объявление означает, что функция с именем **buf** будет возвращать целочисленный значение. В скобках указан один целочисленный параметр **a**, значение которого следует передать в функцию при её использовании.

Определение функции

Определение функции – это описание операций, которые выполняются в ее рамках. Если объявление функции должно предшествовать её использованию, то определение функции может быть сделано в любом месте программы (за исключением случая «функция в функции»).

Пример функции, которая выполняет сложение двух чисел и возвращает сумму:

```
int summa(int x, int y)
{
 int z;
 z=x+y;
return z;
}
```

Вызов функции

Для вызова функции надо указать 1) ее имя и 2) в скобках – список аргументов в соответствии с прототипом. Если функция возвращает значение, и оно дальше будет использоваться в программе, то его необходимо присвоить какой-либо переменной. Например:

```
w = delta (x,y);
```

В данном примере вызывается функция **delta**, которой передаются два аргумента. После выполнения функция возвращает значение, которое присвоится переменной **w**.

Любая программа на Си++ начинает выполняться с главной функции **main( )**. Обычно из нее вызываются другие функции. В общем случае любая функция может быть вызвана из любой. Одна из функций становится вызывающей и временно передает управление вызываемой функции, которая, выполнив определенные операции, возвращает управление вызывающей.

Далее приведен пример программы, в которой используются две функции. По условию требуется вычислить $z = x^2$. Возведение числа в квадрат оформляется в виде отдельной функции.

```
#include<iostream>
using namespace std;
int square (int a); // объявление функции
square()
int main ( )
          {
    int z;
    int x = 3;
    z = square (x);
    cout<< ” square =” << z << ”\n”;
    return 0;
}
 // определение функции square
int square (int a)
{
int b;
b = a*a;
return b;   // оператор возврата управления
}
```

Локальные и глобальные переменные

Переменные, которые объявлены внутри функции, называются внутренними переменными или **локальными**. Эти переменные могут использоваться только в тех функциях, где они объявлены, и никакие другие функции доступа к ним не имеют.

Каждая локальная переменная функции возникает только в момент обращения к этой функции и исчезает после выхода из нее. Такие переменные называются автоматическими, т. к. они образуются и исчезают одновременно с входом в функцию и выходом из нее; они не сохраняют своих значений от вызова к вызову.

Чтобы переменная не только сохраняла свои значения в течение работы программы, но и чтобы ею могли пользоваться другие функции, она должна быть не локальной, а глобальной переменной. Глобальные (внешние) переменные доступны повсеместно. Их можно использовать в любом месте программы, в любой функции. Кроме того, поскольку внешние переменные существуют постоянно, а не возникают и не исчезают на период выполнения функции, свои значения они сохраняют и после возврата из функций, их установивших.

Внешняя переменная должна быть объявлена вне тела любой функции и только один раз; в этом случае ей будет выделена память. Обычно внешние переменные объявляются в начале программы, после директив препроцессора**.**

Поскольку внешние переменные доступны всюду, их можно использовать в качестве связующих посредников между функциями как альтернативу связей через аргументы и возвращаемые значения.

Область видимости переменной (функции) – это часть программы, в которой этой переменной можно пользоваться. Для локальных переменных – это функция, где они объявлены. Область действия внешней переменной простирается от точки программы, где она объявлена, до конца файла.

Рассмотрим пример, в котором две функции взаимодействуют через глобальные переменные: в функции **main()** задаётся значение переменной, а в функции **square()** вычисляется её квадрат. Результат выводится в главной функции.

```
#include<iostream>
using namespace std;

void square();  // объявление функции
int a, b;       //  объявление внешних переменных
int main()
{
  a = 3;
  square();
  cout << b <<endl;
return 0;

}
void square()
{
  b =a*a;
```

```
}
```

Т.к. связь между функциями осуществляется через внешние переменные, то в функцию **square( )** ничего не передаётся и она ничего не возвращает. В главной функции **main( )** присваивается значение переменной **a** и вызывается функция **square( ),** которая вычисляет a^2 и присваивает его внешней переменной **b**, значение которой выводится на экран в главной функции.

Типы данных

C++ допускает, чтобы основные типы данных **char,int** и **double** имели предшествующие им модификаторы. Модификатор используется для изменения значения базового типа, чтобы он более точно соответствовал потребностям различных ситуаций.

Модификаторы типа данных:

- **signed**
- **unsigned**
- **long**
- **short**

Все допустимые комбинации базовых типов и модификаторов для 32-разраядной среды приведены в таблице 1.

Таблица 1

Тип	Длина в битах	Диапазон
char	8	от -128 до 127
unsigned char	8	от 0 до 255
signed char	8	от -128 до 127
int	32	от -2147483648 до 2147483647
unsigned int	32	от 0 до 4294967295
signed int	32	от -2147483648 до 2147483647
short int	16	от -32768 до 32767
unsigned short int	16	от 0 до 65535
signed short int	16	от -32768 до 32767
long int	32	от -2147483648 до 2147483647
unsigned long int	32	от 0 до 4294967295
signed long int	32	от -2147483648 до 2147483647
float	32	от 3.4e-38 до 3.4e+38
double	64	от 1.7e-308 до 1.7e+308
long double	80	от 3.4e-4932 до 1.1e+4932
bool	8	true / false

Оператор `sizeof`

Размер памяти, который отводится под конкретный тип данных, в общем случае зависит от марки компьютера. Чтобы определить, сколько байт памяти выделено под ту или иную переменную, в C++ используется оператор **`sizeof()`**. В следующем примере показано, в каких вариантах можно применять данный оператор.

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    int integer;
    long longer;
    long* pl = &longer;
    float drob;
    cout << "INT:   "<< sizeof(integer) <<endl;
    cout << "LONG:  "<< sizeof(longer) <<endl;
    cout << "FLOAT: "<< sizeof(drob) <<endl;
    cout << "POINTER: "<< sizeof(pl) <<endl;
    cout <<"LONG DOUBLE:"<<sizeof(long
double)<<endl;
return 0;
}
```

Предпоследняя строчка программы показывает, что в операторе **`sizeof()`** внутри скобок можно указывать не только программные объекты, но и типы данных.

Результат работы программы представлен ниже.

```
INT:   4
LONG:  4
FLOAT: 4
POINTER: 4
LONG DOUBLE: 12

Process returned 0 (0x0)   execution time : 0.514 s
Press any key to continue.
```

Преобразование типов данных

Преобразование значения переменной одного типа в значение другого типа называется приведение типа и бывает явным и неявным:

- при явном приведении перед выражением следует указать в круглых скобках имя типа, к которому необходимо преобразовать исходное значение;
- при неявном приведении преобразование происходит автоматически.

Пример явного приведения типа.

```
int x = 5;
double y = 15.3;
cout<<(float)(x/y);
```

В данном примере частное от деления `x/y` принудительно приводится к типу данных **`float.`**

Пример неявного приведения типа.

```
int x = 5;
double y = 15.3;
y = x; // происходит неявное приведение типа int к double
x = y; // происходит неявное приведение типа double к int
```

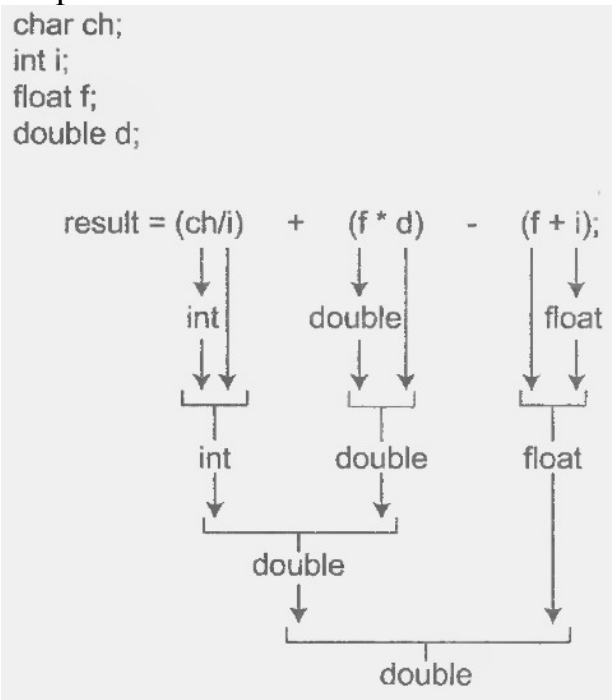
Если в выражении встречаются два операнда разных типов, то действуют следующие правила:

- все операнды преобразуются к типу наибольшего операнда. Процесс такого преобразования называется расширением типа;
- все типы char и short int преобразуются к типу int. Процесс такого преобразования называется целочисленным;
- если один из операндов имеет тип double, тогда любой другой операнд приводится к типу double. Даже, в случае с типом char, происходит приведение к типу double.

Ниже приведены примеры автоматического преобразования между типами char и int.

```
char c;
int d;
   c = 'A';
   d = c;          // d = 65
     d = 67;
     c = d;        // c = 'C'
```

Следующий пример демонстрирует, как производится преобразование типов данных в выражениях.



Понятие указателя

Указатель – это переменная, содержащая адрес другой переменной. При объявлении, перед такого рода переменной ставится знак «*». Примеры:

```
int* ip;        // ip - указатель на переменную типа int
char* b;        // b - указатель на тип char
```

Для получения адреса используется унарный оператор **&**(амперсанд).

Так, если

```
int a;
int *ptr;
```

то следующая операция правильна:

```
ptr = &a;
```

важно, чтобы типы данных указателя и переменной совпадали.

Для обращения к данным через указатель используется оператор косвенного доступа – «*» (звездочка). Он ещё называется «обращением по адресу» или «разадресацией». Если, например

```
int x;
int *pt;
. . .
```

то запись

```
x = *pt;
```

означает, что переменной **x** присваивается значение, которое хранится по адресу **pt**.

Следующий простой пример демонстрирует работу с указателем.

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    double var = 2.72;
    double* ptr = &var;     // инициализация указателя
     cout << ptr << endl;     // вывод значения указателя (адрес)
    cout << *ptr << endl;  // вывод значения переменной
    return 0;
}
```

Вид экрана:

```
0x60fe18
2.72

Process returned 0 (0x0)
Press any key to continue.
```

Ссылки

Ссылка является элементом, родственным указателю и также как и указатель содержит адрес памяти. Отличие ссылки от указателя состоит в том, что при использовании ссылки автоматически происходит её разадресация, тем самым обеспечивается прямой доступ к данным, на которые указывает ссылка. Рассмотрим это отличие на примере.

В первом случае в отдельную функцию передаётся адрес как указатель.

```
#include <iostream>
using namespace std;
void pointin(int *n)  //объявление параметра-указателя
{
 *n=*n**n;  //используется операция «обращение по адресу»
}
int  main()
{
    setlocale(0,"");
    int i = 15;
    pointin(&i);
    cout << "Квадрат значения i: " << i << '\n';
return 0;
}
```

В функции **pointin(int *n)** переменная **n** – это указатель, его содержимым является адрес. Поэтому внутри функции, чтобы получить доступ к данным, указатель разадресовывается (выполняется операция «обращение по адресу»).

Во втором случае в отдельную функцию передаётся адрес как ссылка.

```
#include <iostream>
using namespace std;
void refin(int &n)     // объявление параметра-ссылки
{
   // в следующей команде знак * не требуется,
   n=n*n;      // ссылка автоматически обеспечивает
               // доступ к данным
}

int main()
{
    setlocale(0,"");
    int i = 15;
    refin(i);
    cout << "Квадрат значения i: " << i << '\n';
    return 0;
}
```

Здесь в функцию **refin(int &n)** как и в функцию **pointin(int *n)** тоже передаётся адрес, но посредством ссылки. Поэтому в операциях она используется как обыкновенная переменная.

Следует обратить внимание на то, что при использовании ссылки не только обращение по адресу, но и обратная операция – взятие адреса – также происходит автоматически. Поэтому при вызове функции **refin()** в качестве аргумента у неё указывается не адрес переменной, а сама переменная: **refin(i).**

Понятие массива

Массив относится к составному типу данных. Он представляет собой набор простых однотипных данных. Они расположены в памяти вплотную друг за другом. При объявлении массива после его имени в скобках указывается количество элементов массива.

Объявляют массивы так:

```
float  mass[20];     // массив из двадцати дробных чисел
int m[100];          // сто - элементный целочисленный массив
char s[25];          // массив из двадцати пяти символов
```

При использовании массива в программе число в скобках указывает *номер элемента массива* и называется *индексом*. Индекс всегда начинается с нуля.

Ниже показан пример, в котором объявляется символьный массив, присваиваются значения элементам массива и некоторые из них выводятся на экран.

```
#include<iostream>
using namespace std;
int main( )
{
   char mass[6];
   int k, l, m;
   cout<<”Insert 3 numbers(0-5)”;
   cin>>k>> l>>m;
   mass[0]=’e’;
   mass[1]=’o’;
   mass[2]=’n’;
   mass[3]=’p’;
   mass[4]=’r’;
   mass[5]=’d’;
   cout<<mass[k]<<mass[l]<<mass[m];
 return 0;
}
```

В данном примере объявлен символьный массив из шести элементов **mass[6]** и три целочисленные переменные **k, l, m**. Сначала на экран выводится сообщение, которое информирует пользователя о том, что следует

ввести три целых числа в диапазоне от нуля до пяти. Эти числа будут использованы в качестве номеров элементов массива. После того как числа введены происходит инициализация (присваивание начальных значений) элементов массива символьными константами. Затем на экран выводятся три из них, номера которых пользователь ввел с клавиатуры.

Обеспечение доступа к массиву из функции

Чтобы передать массив в функцию в качестве параметра, следует при вызове функции в скобках указать только имя массива. В следующем примере в главной функции задаётся массив и передаётся в функцию **`summa()`**, которая определяет сумму его элементов.

```
#include <iostream>
using namespace std;

void summa(float a[10])
{
    float s=0;
    int i;
    for(i=0; i<10; i++)
        s=s+a[i];
    cout << s;
}
int main()
{
    float m[10];
    int i;
    for(i=0; i<10; i++)
    {
        cout << "Insert element:  ";
        cin >> m[i];
    }
     summa(m);

return 0;
}
```

Практические задания

Выберите один из вариантов задания.

Вариант А.

Задание 1. Ввести с клавиатуры (согласно номеру в списке учебной группы, таблица 2) данные указанного типа (см. таблица 1), через указатели передать их в отдельную функцию, вычислить их сумму и определить размер

отведённой для неё памяти. Полученную сумму привести явным способом к новому типу данных и вывести на экран её размер.

Задание 2. Заполнить пятиэлементный массив с клавиатуры и определить *Вычисляемый показатель* (см. таблица 1).

Каждое задание оформить в виде отдельной функции. *В главной функции задавать исходные данные и выводить результаты на экран*. Обмен данных между функциями выполнить в двух вариантах: 1) с использованием локальных переменных и 2) с использованием глобальных переменных

Программу спроектировать в виде меню, в котором *по желанию пользователя* обеспечить:

a) неоднократное выполнение любого задания;
b) выход из программы.

Вариант B.

Задание 1. Ввести с клавиатуры (согласно номеру в списке учебной группы, таблица 2) данные указанного типа (см. таблица 1) и по ссылкам передать их в отдельную функцию, вычислить их сумму и определить размер отведённой для неё памяти. Полученную сумму привести явным способом к новому типу данных и вывести на экран её размер.

Задание 2. Заполнить пятиэлементный массив с клавиатуры и определить *Вычисляемый показатель* (см. таблица 1).

Каждое задание оформить в виде отдельной функции. *В главной функции задавать исходные данные и выводить результаты на экран*. Обмен данных между функциями выполнить в двух вариантах: 1) с использованием локальных переменных и 2) с использованием глобальных переменных

Вариант C.

Задание 1. Ввести с клавиатуры (согласно номеру в списке учебной группы, таблица 2) данные указанного типа (см. таблица 1), вычислить их сумму и определить размер отведённой для неё памяти. Полученную сумму привести явным способом к новому типу данных и вывести на экран её размер.

Задание 2. Заполнить пятиэлементный массив с клавиатуры и определить *Вычисляемый показатель* (см. таблица 1).

Каждое задание оформить в виде отдельной функции.

Таблица 1

№ варианта	Задание 1		Задание 2	
	Типы данных слагаемых	**Тип данных суммы**	**Тип данных массива**	**Вычисляемый показатель**
1.	int, double	long int	float	Наименьшая дробная часть элемента
2.	unsigned char, float	int	double	Сумма положительных элементов массива
3.	unsigned char, char	float	char	Последняя буква по алфавиту
4.	double, long int	float	signed long int	Количество положительных чисел
5.	unsigned int, int	char	long double	Максимальное значение
6.	short int, float	Long int	unsigned char	Наименьшее значение
7.	char, double	float	long int	Наибольший остаток по модулю 8
8.	long double, long int	int	bool	Количество значений true
9.	signed long int, char	float	double	Наименьший элемент
10.	int, char	char	unsigned int	Наименьший остаток по модулю 5
11.	unsigned char, float	signed long int	double	Наибольшая дробная часть элемента
12.	double, float	int	char	Количество букв ‘a’
13.	char, unsigned short int	float	char	Первая буква по алфавиту
14.	int, char	double	bool	Количество элементов со значением false
15.	unsigned long int, int	double	signed long int	Наименьший элемент
16.	char, int	float	float	Сумма элементов массива
17.	float, char	unsigned int	double	Наибольшая целая часть элемента
18.	int, signed char	float	unsigned long int	Количество нулевых элементов
19.	float, char	char	int	Количество ненулевых элементов
20.	float, short int	signed long int	bool	Количество элементов со значением false
21.	float, unsigned char	signed int	double	Наименьшая целая часть элемента
22.	double, float	unsigned int	char	Количество букв ‘e’

23.	`char, unsigned short int`	`double`	`char`	Последняя буква по алфавиту
24.	`int, char`	`float`	`bool`	Количество элементов со значением true
25.	`long int, float`	`char`	`signed long int`	Сумма элементов массива
26.	`char, int`	`double`	`float`	Наименьший элемент массива
27.	`double, char`	`unsigned int`	`double`	Наибольшая дробная часть элемента
28.	`int, signed char`	`double`	`unsigned int`	Количество ненулевых элементов
29.	`float, double`	`int`	`float`	Наибольшее число
30.	`long, float`	`unsigned int`	`char`	Количество букв ‘c’

Таблица 2

ИСТ-221	**ИСТ-222**

№ п/п	ФИО
1	Андрюкова Ольга Ивановна
2	Антонец Никита Алексеевич
3	Бельский Илья Сергеевич
4	Болгар Валерия Витальевна
5	Бондаренко Дарья Сергеевна
6	Вильготский Евгений Павлович
7	Власова Ангелина Сергеевна
8	Горлова Олеся Викторовна
9	Кормачев Игорь Дмитриевич
10	Кривошеев Денис Вадимович
11	Куркин Арсений Петрович
12	Лимонов Николай Игоревич
13	Любасов Виктор Александрович
14	Манаев Данила Викторович
15	Моисеев Александр Валерьевич
16	Насыров Радмир Ирекович
17	Оленникова Лидия Юрьевна
18	Петручук Никита Васильевич
19	Самойлов Никита Сергеевич
20	Серебренников Артем Иванович
21	Тещаев Владислав Владимирович

№ п/п	ФИО
1	Васильев Михаил Игоревич
2	Волков Илья Романович
3	Гафурова Алина Руслановна
4	Губин Иван Алексеевич
5	Жигулин Юрий Андреевич
6	Жукова Виктория Дмитриевна
7	Кравцов Кирилл Павлович
8	Курмазов Дмитрий Денисович
9	Лиходумов Николай Васильевич
10	Ломакин Всеволод Алексеевич
11	Сатуев Элиси Арбиевич
12	Сидорова Саина Мичиловна
13	Синюк Семен Вячеславович
14	Скрябин Егор Григорьевич
15	Торсунов Иван Александрович
16	Тулин Ярослав Александрович
17	Утюгов Никита Александрович
18	Черномашенцев Богдан Алексан
19	Чупрова Анна Юрьевна
20	Шумов Владислав Викторович