Методические указания к лабораторной работе № 5 по курсу
ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
ГУИМЦ

" Функции, макросы, рекурсия и библиотеки "
(4 часа)

Москва, МГТУ, СУЦ - 2023 год

СОДЕРЖАНИЕ

ОП ГУИМЦ 2023 ЛР№5

1. 1. Цель лабораторной работы № 5 по дисциплине ОП(Основы программирования) - СУЦ

Целью данной ЛР по дисциплине ОП является получение навыков использования функций и процедур в программах. Они изучают структуру функций, способы их описания, передачи параметров и вызова функций. Так как функция является одним из главных элементов процедурного программирования, студенты учатся выделять функции в программе и проектировать более сложные программы на основе функциональной декомпозиции. Они проверяют работу отлаженных примеров и делают контрольные задания. Они выполняют отладку программы по своему варианту и получают исполнимую программу, готовую к выполнению, оформляют отчет по ЛР и защищают его.

2. 2. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Познакомиться с методическими указаниями и основными понятиями данной ЛР
2. Проработать порядок выполнения работы.
3. Создать консольные проекты для проверки примеров и выполнения задания ЛР.
4. Проверить в данном проекте примеры из методических указаний, выполнив их в отладчике в пошаговом режиме.
5. Написать программу задания ЛР по варианту, выданному преподавателем и отладить ее.
6. Продемонстрировать работу программы преподавателю в режиме отладчика по шагам и изменяемыми переменными.
7. Подготовить отчет по ЛР по представленному шаблону.
8. Защитить ЛР с предоставлением отчета и ответами на контрольные вопросы.
9. Для продвинутых студентов выполнить задания для дополнительных (необязательных) требований и также отобразить их в отчете по ЛР.

3. 3. Основные понятия

В теоретической части описания лабораторной работы вводятся основные понятия и рассматриваются принципы для работы со строками на языке программирования СИ.

3.1. 3.1 Функции – основа процедурного программирования.

Возможно, термин функция введенный в язык программирования СИ несколько собьет с толку студентов, которые усиленно изучали и изучают математику. В программировании под функцией понимается отдельно записанный фрагмент текста программы, который можно вызывать многократно, задавая разные параметры. Кроме того, для каждой функции, в зависимости от ее назначения мы можем присвоить ей имя (или название), соответствующее ее назначению. Например: **PrintArray** (печать массива) или **SortArray** (сортировка массива), что во-первых легче запоминается, а во-вторых, делает программу более наглядной и читаемой (обозримой). Последний аспект относится к понятиям абстракции действий (функций или процедур). Это позволяет, в свою очередь, абстрагироваться (отвлекаться – не учитывать) от деталей внутреннего устройства функции.

Абстракция функций или процедур является основой концепции программирования, которая называется также концепцией процедурно – ориентированного программирования (ПОП). Исторически сложилось так, что ПОП была ранее разработана и в некоторой степени повторяла работу вычислителя – компьютера, основанного на модели Машины Тьюринга. Отметим также, что концепцию ПОП иногда называют структурным подходом к программированию, что, по сути, не совсем верно. В данной лабораторной работе мы рассмотрим вопросы, связанные с: описанием и использованием функций, передачей в них параметров, вызовом функций и многие другие аспекты, непосредственно связанные с использованием функций.

В концепции процедурно ориентированного программирования главной конструкцией (модулем, строительным блоком) является процедура/функция. Разрабатываются и изучаются способы построения процедур, разделение (декомпозиция) сложной задачи на процедуры, способы связи процедур и передачи параметров между ними, совместного функционирования процедур, отладки программных систем и многое другое. Некоторые элементы концепции ПОП мы рассмотрим в этой ЛР.

3.2. 3.2 Понятие функции

Функция – Это специально оформленный фрагмент программы, который можно вызывать по уникальному имени и настраивать на разные значения параметров.

Программа на языке программирования может быть представлена упорядоченной совокупностью последовательно расположенных операторов (S_i):

$$< S_1,\ S_2,\ S_3, S_4\ldots, S_i, S_{i+1}, S_{i+2}\ \ldots\ S_{k-2}, S_{k-1}, S_k>$$

В предыдущих лабораторных работах мы рассмотрели вопросы циклической и разветвляющейся организации выполнения программы. Для этого используются специальные операторы цикла и ветвления. Однако их применение не дает хорошей и наглядной возможности решить проблему повторяющихся последовательностей операторов, расположенных в разных частях последовательности операторов в программе. Ниже эти повторы помечены красным:

$$< S_1,\ S_2,\ S_3, S_4\ldots, S_i, S_{i+1}, S_{i+2}\ \ldots\ S_{k-2}, S_{k-1}, S_k>$$

Эти группы операторов могут быть и большими, и, кроме того, выполняться в разных условиях с разными переменными и исходными данными. Возникает естественное желание (кстати, как в математике новое обозначение) дать им отдельное имя, однократно разместить их в отдельном месте ($S_ф = S_{i+1}, S_{i+2}$) и обращаться к ним при необходимости. Если иметь специальный оператор вызова, с возможностью передачи параметров ($S_{вф1}$- вызов функции 1 - $S_{ф1}$), то тогда нашу программу можно представить так:

$$< S_1,\ S_{вф1}, S_4\ldots, S_i, S_{вф1}\ \ldots\ S_{вф1}, S_k, \ldots > <S_{ф1}\ \ldots\ >$$

Размер программы при этом значительно сокращается, она становиться более наглядной, но самое главное отлаживать теперь необходимо не все группы операторов (S_{i+1}, S_{i+2}) , а только одну группу ($S_{ф1}$), которая называется **функцией** (или процедурой). В разных языках существуют и другие названия: процедуры, подпрограммы, subroutine, методы и т.д. Названия сути не меняет.

Разбиение программ на функции при программировании дает следующие преимущества, которые, отметим, появились на стадиях эволюционного развития языков программирования:

- Функцию можно вызывать из разных мест программы, что позволяет избежать повторного программирования.
- Одну и ту же функцию можно использовать в разных программах (библиотеки).
- Использование функций повышают уровень структурированности программы и облегчают её проектирование.
- Использование функций облегчает чтение и понимание программы, ускоряет поиск и исправление ошибок.

Следствием процедурного подхода является предписание на выполнения одной главной программы – функции с названием **main**. Эта функция является главной и всегда определяет “точку входа” в программу – первый выполняемый оператор (S_1). Функция **main** является особой, она также имеет тип, и формальные параметры, но об этом речь пойдет ниже.

3.3. 3.3 Понятия, связанные с функциями в программировании

С функциями в языках программирования связаны следующие важные понятия:

- Определение функции или описание функции (синонимы)

- Прототип функции
- Тип возврата функции
- Формальные параметры функции
- Вызов функции
- Фактические параметры функции
- Тело функции

Эти понятия мы подробно рассмотрим ниже, а здесь начнем с простейшего работающего примера с функцией. Пусть в отдельном модуле проекта (**second.cpp**, в проекте есть еще один исходный модуль - **first.cpp**), дано описание функции суммирования двух переменных - **Summa**:

```
// Описание-определение функции
int Summa (int a , int b) // формальные параметры функции a и b
{
// тело функции – всего один оператор return
        return (a + b); // возвращаемое значение функции типа int
};
```

Оператор **return** в функции задает возвращаемое функцией значение. В главной программе **main** выполнено (в исходном модуле - **first.cpp**) обращение (вызов) к этой функции непосредственно в качестве параметра функции **printf** при печати результата:

```
#include <stdio.h>
#include <process.h>
// Прототип функции
int Summa (int a , int b);
// Главная функция main
int main()
{
// Руссификация проекта
system ( "  chcp 1251 > nul " );
//вызов функции при инициализации:
int k = Summa(1 , 1); //  k=2
// Вызов функции в параметрах printf
printf ( "Сумма = %d \n" , Summa(12,13)); // фактические параметры константы
//
system(" PAUSE");
//
}
```

Результат работы такой программы:

```
Сумма = 25
Для продолжения нажмите любую клавишу . . .
```

3.4. 3.4 Описания и определения функций

Термины описание функции и определение функции являются синонимами. Мы будем использовать оба этих термина. Описание функции дается однократно в каждой программе и должно быть доступно (уже известно – расположено выше по тексту) при первом вызове этой функции. При описании функции задаются:

- Название функции, уникальное имя в пределах всей программы.
- Тип возврата функции.
- Список формальных параметров функции
- Тело функции – составной оператор

Название функции это уникальное имя в программе, которое однозначно определяет действия, выполняемые данной функцией. Могут быть хорошие и плохие названия. Например, хорошие названия:

PrintArray, FindKey, PoiskMaximum и др.

Плохие названия функций:

A13, Fun1, Proc2 и т.д.

Стандартом хорошего названия являются правила так называемой “Венгерской нотации”, основной смысл которых является запись названия таким образом, что раскрывается смысл переменной или функции. Более подробно об этих правилах смотрите в литературе [10]. Формальное описание функции выглядит так:

<Описание функции> :=[<Спецификация типа возврата функции>] <Название функции> ([<Список Формальных параметров>]) {<тело функции>};

Спецификация типа возврата функции – это любой допустимый тип в программе: стандартный (**int, float** и т.д.), системный (системные структуры и **typedef** переменные) и пользовательский (пользовательские структуры в СИ и классы в С++). Допускаются типы с указателями и ссылками. В отдельных случаях можно отказаться от задания типа возврата, тогда используется спецификатор – **void**. В этом случае функцию нельзя использовать в выражениях. Если спецификатор возврата отсутствует, то подразумевается возврат типа **int**.

Тело функции – это любой составной оператор, заключенный в фигурные скобки. Завершение выполнения функции производиться двумя способами:

- При достижении последней в теле функции закрывающей фигурной скобки (“}”).

При выполнении в программе специального оператора **return**.

Оператор **return** может быть задан в двух видах:

return; // Когда тип возврата viod

или

return < Выражение, тип которого совпадает с типом возврата функции>;

Список формальных параметров функции – это перечень описаний переменных со специальными именами, которые используются только в этой функции. Разделителем между описаниями является запятая. Имена формальных параметров должны быть уникальными в теле функции и хорошо подобраны по смыслу. Простейший пример описания (определения - синоним) функции:

```
// Описание функции суммирования
int Summa (int a  , int b)
{ return (a + b);};
```

И вызова функции при инициализации и печати:

```
int k = Summa(1 , 1);
// Вызов функции как фактического параметра при печати
printf("Результат из функции = %d!\n" , Summa(5 , 5) );
```

Число формальных параметров не ограничивается, но не должно быть большим, для наглядности.

Пример описания функции с формальными параметрами:

```
int MaxMas ( int * iMas , int Razm, int * Max)
{
        int TempMax;
        TempMax = iMas[0];
        for ( int i = 1; i < Razm; i++)
                if ( TempMax <= iMas[i])
                        TempMax = iMas[i];
        *Max = TempMax;
        return *Max;
};
```

Параметры могут быть разных типов

```
// Формальные параметры разных типов
#include <stdlib.h>
…
void Func (int a, float b, int *r, const char * pStr)
       { *r = (int)(a + (int)b + atoi(pStr)); }; // Тело функции
```

Вызов и печать:

```
/// Параметры
float f = 1.0f;
```

```
int Rez = 0 ,  a = 1;
Func (a, f, &Rez, "1");
printf("Результат из функции Func = %d!\n" , Rez );
```

Получим:

```
Результат из функции Func = 3!
```

Функция поиска максимального значения в массиве, заданном указателем (**iMas**), размерностью (**Razm**) , тип возврата **int**, возвращаемое максимальное значение указатель (**Max**).

3.5. 3.5 Прототипы функций

Если функция должна быть вызвана в программе одного модуля (например, см. выше first.cpp), а ее описание дано а другом исходном модуле (см. **second.cpp**), необходимо задать прототип функции – краткое описание заголовка функции без ее тела. Даже при описании функции в одном исходном модуле требуется прототип, если вызов функции планируется до ее описания (оно может располагаться ниже в исходном модуле). Прототип позволяет проконтролировать правильность задания параметров при вызове функции. Прототип задается так:

<Прототип функции> :=[<Спецификация типа возврата функции>] <Название функции> ([<Список типов параметров [с тегами]>]);

Тело при задании прототипа функции отсутствует, вместо списка параметров задается список типов, в которых можно условно указать любые имена (они иногда называются тегами). Эти имена являются своего рода подсказками и не обязательно должны совпадать с именами формальных параметров, задаваемых в описании функции. Прототипы функции, приведенной выше, могут быть заданы так (все варианты правильные):

```
int MaxMas ( int * iMas , int Razm, int * Max); // Вариант 1
int MaxMas ( int *, int, int *); // Вариант 2
int MaxMas ( int * piMas , int iRazm, int * piMax); // Вариант 3
int MaxMas ( int * piMas , int iRazm = 10, int * piMax); // Вариант 4, (10) 2-й параметр по-умолчанию
```

Отметим на будущее, что прототип определяет так называемую сигнатуру описания функции. Если сигнатуры функций различны, например, отличается число параметров (или их типы), то функции в СИ++ могут иметь одинаковые имена. Такая технология программирования называется перегрузкой функций.

3.6. 3.6 Вызовы функций и возврат значений функции

Вызов функции это передача управления с возвратом в тело заданной функцией и настройкой на те параметры, которые указаны при этом вызове. Эти параметры также называются фактическими. В качестве параметров , в зависимости от их типа, могут быть заданы выражения. Если в функции параметр может быть изменен, то он должен задаваться указателем. В этом случае значением выражения тоже должен быть указатель.

Формально вызов функции можно записать так:

<Вызов функции> <Название функции> ([<Список выражений для каждого типа параметров функции>]);

Или (чисто терминологически) можно записать так:

<Вызов функции> <Название функции> ([<Список фактических параметров>]);

Пример вызова функции **Summa**:

```
int Sum;
int a = 5 , b = 5;
Sum = Summa(2,3); // Вызов с константами
Sum = Summa(a, b); // Вызов с переменными
Sum = Summa(a, a + b); // Вызов с выражением
Sum = Summa(Summa(a,b) ,Summa(2,4)); // Вызов с вызовом функции
```

Пример вызова функции **MaxMas**:

```
// Описание массивов
int iMas[5] = {1,2,3,4,5}; // 0 - 4
```

```
int iMas1[] = {1,2,3,1,1,1,1,1}; // 0 - ?
int MaxM , c;
// Вызов Функции для массивов
c = MaxMas (iMas , sizeof(iMas)/sizeof(int) ,&MaxM);
printf ("Максимум в массиве iMas = %d \n " , c );
c = MaxMas (iMas1 , sizeof(iMas1)/sizeof(int) ,&MaxM);
printf ("Максимум в массиве = %d \n" , c );
//
```

Передача параметров в СИ в функцию выполняется по значению, а это означает, что в явном виде изменить параметр в функции нельзя. Например, после вызова функции (из исходного модуля проекта - **second.cpp**):

```
// Попытка возврата суммы через параметр sum
int Summ2 (int a , int b, int sum)
{
        sum = (a + b);
        return sum; // возвращаемое значение функции
};
…
```

В главной программе (**first.cpp**):

```
…
int Summ2 (int a , int b, int sum);
…
//
int SUM = 10;
Sum = Summa2(2, 3 , SUM ); // Вызов с константами
// Значение SUM = 10 , а Sum = 5 ;
```

Для обеспечения правильного возврата через параметр в функцию нужно передать указатель (из **second.cpp**):

```
int Summ3 (int a , int b, int * psum) // Параметр указатель
{
        *psum = (a + b);
        return *psum; // возвращаемое значение функции
};
//
…
```

В главной программе (**first.cpp**):

```
…
int Summ3 (int a , int b, int * psum);
//…
Sum= Summ3 (2 , 3, &SUM); // Вызов с указателем
// Sum= 5 и SUM = 5
```

В дополнение к двум рассмотренным вариантом возврата значений из функций (через тип функции и через указатель), принципиально, можно возвратить значение и через глобальную переменную (у нас переменная **GSum**), хотя этот стиль программирования очень плохой, с позиций надежности программы. Все равно покажем пример (из **second.cpp**):

```
// Возврат суммы через глобальный параметр GSum
extern int GSum;
int Summ2 (int a , int b, int sum)
{
        sum = (a + b);
        GSum = sum; // возвращаемое значение через глобальную переменную
        return sum; // возвращаемое значение функции
};
…
```

В главной программе (**first.cpp**):

```
…
int Summ2 (int a , int b, int sum);
```

```
int GSum;
...
Sum = Summa2(2, 3 , SUM ); // Вызов с константами
// Значение SUM = 10 , а Sum = 5  GSum = 5
```

3.7. 3.7 Переменные в функциях

В пределах составного оператора (“тела функции”) доступны для операций, выполняемых внутри функции следующие данные:

- Формальные параметры, передаваемые при вызове функции.
- Локальные переменные, описанные в теле функции.
- Константы разного типа.
- Глобальные параметры данного исходного модуля (где описана функция) и тех, которые получены с помощью спецификатора **extern**.

Из одной функции могут быть вызваны другие функции и т.д., что позволяет спроектировать сложную иерархическую систему функций.

В функции могут быть заданы такие формальные параметры, которые не могут быть в ней изменены. Ля этого используется спецификатор **const** для формального параметра.

```
// Попытка изменения константного параметра  “a” - const
int Summ0 (const int a , int b, int * sum)
{
 a = 5; // НА ДАННОМ ОПЕРАТОРЕ КОМПИЛЯТОР ВЫДАЕТ ОШИБКУ!!!
 *sum = (a + b);
 return *sum;
};
```

Формальный параметр “a” не может быть изменен в функции. Модификатор const может быть использован для характеристики всей функции, это означает, что данная функция не пожжет изменять данные объекта, но об этом вы больше узнаете в другом курсе.

3.8. 3.8 Указатели параметры и функции

Фактические параметры передаются в функции по значению. Поэтому изменить значение переменных внутри функции невозможно!

В связи с этим, только при передаче указателя на переменную возможно их изменение.
Для передачи указателя нужно:

- ✓ В описании функции для параметра задать тип указателя (* - задан формальный параметр psum):

```
int Summa (int pmas, int Razm , int * psum){…}; // Описание функции
```

- ✓ И при вызове функции применить перед параметром операцию адресации/именования (& - задан формальный параметр Sum в виде указателя на переменную).

```
int iMas[5] = {1,2,3,4,5};
int Sum = 0;
int  S = Summa (iMas, 5 , &Sum); // Вызов функции
```

- ✓ В самой же функции для изменения значения переменной нужно использовать операцию разименования/разадресации (*):

```
*psum = … // Изменение переменной по указателю в теле функции
```

3.9. 3.9 Параметр массив в функции

Массив может быть передан в функцию следующими способами:

- Фиксированное число элементов в массиве (размер массива фиксирован в программе или задан глобальной переменной)
- Через указатель на массив и его размер (размер указан отдельным числовым параметром, наиболее приемлемо)
- Задание нулевого элемента в конце массива (ограниченное применение, из-за

возможности нулей в массиве)

- Передача структуры параметров (указатель и массив в структуре)

В некоторых случаях размер массива – формального параметра может быть задано фиксированным (mas[5]), тогда можно воспользоваться описаниями и вызовами, представленными ниже:

```
// Заранее фиксировано число элементов в массиве - 5
int Summ51 (int mas[5] , int * psum)
{
    int sum = 0 ;
for (int i = 0 ; i < 5 ; i++ )        sum = sum + mas[i];
    *psum = sum ;
    return *psum; // возвращаемое значение функции
};
...
```

В основной программе:

```
int iMas[5] = {1,2,3,4,5}; // 0 - 4
printf ("Сумма в массиве iMas = %d \n" , Summ51 ( iMas, &Sum) );
..
```

Можно в предыдущем случае использовать для размера массива и **#define** переменные (переменные этапа компиляции).

При передаче размера массива в качестве параметров описание функции может иметь следующий вид:

```
// Через указатель на массив и его размер (Razm  - формальный параметр)
int Summ5 (int * mas ,int Razm  , int * psum)
{
    // тело функции
    int sum = 0 ;
    for (int i = 0 ; i < Razm  ; i++ )
            sum = sum + mas[i];
    *psum = sum ;
    return *psum; // возвращаемое значение функции
};
…
```

В основной программе, размер массива вычисляется динамически (подчеркнуто):

```
int iMas[5] = {1,2,3,4,5}; // 0 - 4
printf ("Сумма в массиве iMas = %d \n" , Summ5 ( iMas, sizeof(iMas)/sizeof(int) ,&Sum) );
…
```

Если не предполагается в массиве хранить нулевые элементы, то в конце, массива в качестве ограничителя размера, можно поместить нуль и организовать цикл обработки до первого нуля. Роль нуля может играть и “-1”. Функция имеет вид представленный ниже, отметим, что в этом случае размер не передается.

```
// Нулевой элемент - конец массива
long Summ6 (int * iMas, long * sum)
{
int i = 0;
while (iMas[i] != 0)
{
*sum = *sum + iMas[i];
i++;
};
return *sum;
}
…
```

В основной программе для работы алгоритма должно быть:

```
int iMas6[] = {1,2,3,4,5, 0}; // 0 - 4
long SumLong = 0;
printf ("Сумма в массиве iMas = %d \n" , Summ6( iMas6, &SumLong) );
```

Передача размерности может быть выполнена через глобальную переменную, переменную этапа компиляции. Необходимо иметь ввиду что в СИ границы индексов не контролируются. Если массив имеет несколько измерений (например, двумерный массив), то размер каждого измерения передается отдельно.

3.10. 3.10 Размещение функций в проекте

Описание функции конкретного проекта могут быть размещены в следующих составляющих многомодульной программы:

- В этом же программном модуле в его начале (до **main**), в этом случае прототипа функции задавать не надо.
- В этом же программном модуле в его конце (после **main**), в этом случае прототип функции задавать обязательно.
- В другом исходном модуле проекта, прототип должен быть задан обязательно в либо начале главного модуля или либо в подключаемом к нему заголовочном файле.
- В подключаемом заголовочном файле, прототипа в этом случае задавать не нужно.
- В специально созданной библиотеке: *.LIB или *.DLL.

При невнимательном описании возможно сообщение компилятора переопределения имен (**multiply defined**). Качество проекта во многом зависит от того, как грамотно расположены функции в разных модулях и распределены для программирования по различным разработчикам, составляющим команду программистов данного проекта.

3.11. 3.11 Рекурсивные функции

В СИ допускается использовать рекурсивные функции, которые могут вызывать сами себя. Наглядно пример рекурсивной функции можно показать при вычисление факториала натурального числа. Описание функции вычисления факториала (в математике - **n!**):

```
int fact( int n)
{       int rez;
if ( n == 0 )
   return rez = 1;
else
  return rez = n * fact (  n - 1 ) ;  };
```

Вызов функции вычисления факториала (**fact**) из основной программы:

```
//
printf ("fact 5 =  %d\n" , fact(5) );
..
```

Полученный результат:

```
fact 5 =  120
```

В литературе можно познакомится и с другими вариантами рекурсивных функция. Они широко используются в алгоритмах комбинаторных вычислениях.

3.12. 3.12 Макросы и переменные этапа компиляции

В базовом языке СИ (и, конечно, в С++) предусмотрены возможности задания макросов (макрокоманд) или переменных этапа компиляции (иногда их называют препроцессорными переменными). Для этого используется директива **#define**. Переменная этапа компиляции задается так:

#define <имя этапа компиляции> <пробел “ ”> <выражение этапа компиляции>

Например, для размерности массива мы можем задать переменную NMAX:

```
#define NMAX 10 // Описание переменной этапа компиляции
...
int iMas[NMAX]; //  Использование этой переменной для задания размерности массива
...
for ( int k = 0; k < NMAX  ; k++ )... // Задание числа повторений цикла
```

С помощью специальных директив препроцессора (**#ifndef** и **#ifdef**) можно проверить определена ли переменная этапа компиляции к данному моменту обработки текста, и вставить в программу новый фрагмент текста:

```
#ifndef MyLibrary
  #include <my_lib.h> // Подключение заголовочного файла
#endif
```

Примечание. Подстановка не производится в комментариях программы и текстовых константах или литералах..

При использовании макросов (макрокоманд) можно задавать параметры, на которые будет настраиваться текст макроопределения. При описании макросов задаются формальные макропараметры, которые должны быть текстовыми. Для обращения к макросам используется макровызовы, которых может быть много. Такие параметры называются фактическими макропараметрами. Определение макроса выполняется на основе следующего формального правила:

#define <имя макроса>(<параметр>, …, <параметр>) <текст на языке, содержащий параметры>

Имена формальных параметров должны быть уникальными в пределах описания. Между именем макроса и открывающей скобкой не должно быть пробелов. Если макрос продолжается на следующую строку текста, то используется обратная наклонная черта (“\”). Макровызов может быть размещен в тексте программы после определения макроса и содержит конкретные параметры. Примеры макрокоманд и макровызовов:

```
// Описанные макросы с параметрами
#define max(a,b) ((a>b)?a:b)  // Макрос вычисления максимума их двух переменных
#define Swap(type,a,b) {type t;t=a;a=b;b=t;} // Макрос кода программы
…
// Макросы
int imax = max(3,5); // Макровызов max с константами
 printf ("Максимум из двух  = %d \n",imax);
// Аналогично imax = ((3>5)?3:5);
 a=10 ; b = 20;
imax = max(a, b); // Макровызов max с с переменными
 printf ("Максимум из двух  = %d \n",imax);
// Аналогично imax = ((a>b)?a:b);
int x = 5 , y = 10 ;
 printf ("До Swap    x , y   %d  %d \n",x , y);
Swap(int,x,y);
 printf ("После Swap x , y   %d  %d \n",x , y);
// Аналогично {int t;t=x;a=y;b=t;};
// Макрос с типом переменной
double d1 = 5.5 , d2 = 10.5 ;
 printf ("До Swap    d1 , d2   %f  %f \n",d1 , d2);
Swap(double,d1,d2);
 printf ("После Swap d1 , d2   %f  %f \n",d1 , d2);
// Аналогично { double t;t=d1;a=d2;b=t;};
```

Результат будет таким:

```
Максимум из двух  = 5
Максимум из двух  = 20
До Swap    x , y   5  10
После Swap x , y   10  5
До Swap    d1 , d2   5.500000  10.500000
После Swap d1 , d2   10.500000  5.500000
```

Примечание. Использовать и разрабатывать макросы необходимо очень внимательно, так как при макроподстановке возможны различные ошибки: типов переменных, ошибки повторных описаний переменных и т.д. Такие ошибки трудно обнаружить, так как на этапе компиляции невозможно использовать отладчик. В нашем примере, если неверно указать тип переменных

(вместо double задать int), выполнится неявное округление переменной и результат получиться неверным. Проверьте это на практике.

3.13. 3.13 Параметры главной функции main

Главная функция программы может использоваться с параметрами, формат которых следующий:
void main (int argc, [char * [] argv, [char * [] env]]), где

argc – задает число параметров командной строки, если равно 1 то параметров нет.
Argv – массив указателей на строки представляющие параметры командной строки.
Env - массив указателей на строки для переменных окружения.

Небольшая программа позволяет вывести значения параметров командной строки и переменных окружения.

```
void main( int argc,  char * argv[] ,  char *  env[] )
{
…
// Число параметров командной строки
printf ("Число параметров командной строки =  %d\n" , argc );
// Распечатка спика параметров
printf ("Параметры командной строки:\n" );
if ( argc >0)
{
for (int i = 0  ; i < argc  ; i++)
   printf ("Номер - %d  Значение =%s \n" , i+1 , argv[i]  );
};
// Распечатка переменных окружения (set – переменные для текущего процесса)
printf ("Переменные окружения:\n" );
int  i = 0;
while ( env[i] !=NULL )
{
printf ("Номер - %d  Значение =%s \n" , i+1 , env[i] );
i++;
};
```

Результат распечатаем не полностью, так как большой объем переменных окружения:

```
Число параметров командной строки =  3
Параметры командной строки:
Номер - 1  Значение =i:\2014_2015\kaf\оп\лр\prog\lr5_op\debug\LR5_OP.exe
Номер - 2  Значение =aaa
Номер - 3  Значение =ddd
Переменные окружения:
Номер - 1  Значение =ALLUSERSPROFILE=C:\Documents and Settings\All Users
Номер - 2  Значение =APPDATA=C:\Documents and Settings\serge\Application Data
… (N.B. – параметров значительно больше!)
```

Первый параметр командной строки (**argv[i]**) всегда задает имя выполняемой программы, а два других мы ввели в параметры проекта: Project-> Debugging -> Comand Arguments -> aaa ddd.

3.14. 3.14 Inline функции

В языке СИ предусмотрена возможность предписания компилятору не вызова функции (передачи управления к операторам функции), а непосредственной вставки операторов функции в текст основной программы. В ряде случаев это приводит к экономии памяти и времени выполнения программы. Такие функции называются встраиваемыми и имеют спецификатор **inline**. Такие функции обеспечивают более скоростное выполнение программы за счет оптимизации затрат на их вызов. Пример встраиваемой функции и ее использования приведен ниже:

```
//описание inline функция
inline int even (int x)
```

```
{
 return ! (x%2); // возврат по модулю 2 четное 1 (истина) нечетное 0 (ложь)
} ;
 …
```

Пример вызова в основной программе:

```
//вызов inline функции
i =10;
 if (even (i)) // встраивается операция взятия по модулю с отрицание
//  это эквивалентно выражению -  if (!(i%2))
  printf ("Число %d является четным\n", i );
 else
  printf ("Число %d является нечетным\n", i );
i = 5 ;
 if (even (i))
  printf ("Число %d является четным\n", i );
 else
  printf ("Число %d является нечетным\n", i );
```

В результате получим:

```
Число 10 является четным
Число 5 является нечетным
```

3.15. 3.15 Указатели на функции

Опишем простые функции для демонстрации использования указателей на функции.

```
// Функции для указателей
//
int fun1 (int i) { return i=5;};
//
int fun2 (int i) { return i=10;};
//…
```

В основной программе, указатель на функцию (**pFun**) вычисляется динамически:

```
int  i , j , k =5;
int (* pFun) (int); // указатель на функцию с параметром int
pFun = &fun1;
i = (pFun)(k); // выражение одинаковое для вызова функции через указатель
printf ("pFun = &fun1 =>  %d\n" , i );
pFun = &fun2; //
j = (pFun)(k); // выражение одинаковое для вызова функции через указатель
printf ("pFun = &fun2 =>  %d\n" , j );
j = pFun(k); // можно и так
printf ("j = pFun(k) =>  %d\n" , j );
```

В результате получим:

```
pFun = &fun1 =>  5
pFun = &fun2 =>  10
j = pFun(k) =>  10
```

3.16. 3.16 Библиотеки стандартных функций

В системах программирования предусматривается много стандартных библиотек для функций различного назначения (например, для работы со строками, выполнения ввода и вывода, работы с массивами и т.д.). Эти библиотеки подключаются с помощью заголовочных файлов или пространств описаний (пространств имен в C++ - **namespace**). Кроме заголовочных файлов для использования библиотек подключаются специальные модули (иногда они подключаются автоматически), содержащие описания функций (*.lib или *.dll). Пример подключения библиотек ввода/вывода и библиотек для работы с математическими, системными функциями и других:

```
#include <math.h>     //  Математическая библиотека функций
#include <process.h>  // Системная библиотека функций
```

```
#include <string.h>    // библиотека функций для работы со строками
#include <stdlib.h>    // Стандартная библиотека разных функций
#include <locale.h>    // библиотека локализации программ
#include <malloc.h>    // библиотека динамической памяти
```

Стандартных библиотек и классов для описания строк очень много. Нужно хорошо знать их назначение и их состав для использования в программах. Чем лучше знания о библиотеках, тем быстрее и безошибочно можно создать сложную программу. В современных системах программирования доступны (большом количестве) библиотеки классов, которые описывают новые дополнительные типы данных. Для детального знакомства с библиотеками нужно использовать: литературу, справочники и MSDN [3] в локальном варианте (нужно инсталлировать вместе с VS) или в Интернет.

4. 4. Примеры программы с использованием функций

Вторая часть задания, помимо первой связанной с изучением теоретического раздела заключается в том, чтобы испытать в проекте СИ уже отлаженные программы и фрагменты программ. Возможно, что, осваивая теоретическую часть работы, вы уже на компьютере проверили выполнение фрагментов текста и применения различных операторов ветвления (из раздела 3), тогда вам будет проще продемонстрировать их работу преподавателю. В дополнение к примерам, расположенным выше нужно испытать и изучить примеры расположенные ниже. Эти действия нужно сделать в отладчике.

Для этого нужно создать пустой проект в MS VS (Test_LR2), как описано выше, скопировать через буфер обмена в него текст данных примеров, отладить его и выполнить.

4.1. 4.1 Примеры, описанные в теоретической части ЛР

Нужно внимательно изучить и проверить работу всех примеров из теоретической части ЛР. Эти примеры расположены выше. Все примеры можно скопировать в свой проект. Все эти задания выполняются обязательно, они не требуют дополнительной отладки и легко (через буфер обмена -Clipboard) переносятся в программу. Все фрагменты должны демонстрироваться преподавателю. В частности, в первой части, там представлены следующие примеры:

1. Простая функция суммирования 2-х целых (**Summa**).
2. Функция максимума в целом массиве (**MaxMas**).
3. Функция с попыткой возврата значений (**Summ2**).
4. Функция с возвратом указателя (**Summ3**).
5. Функция с константным параметром (**Summ0**)
6. Функции с передачей массива в качестве параметра (**Summ51 , Summ5**)
7. Функция с массивом с нулевым элементом(**Summ6**).
8. Рекурсивная функция факториала (**fact**).
9. Макросы (**max** и **Swap**).
10. Пример с распечаткой параметров командной строки и окружения.
11. Пример с inline функцией.
12. Пример с вызовом функции через указатели.

Кроме этого ниже представлены примеры, которые могут быть полезными, в том числе и при выполнении контрольных заданий. Их тоже нужно изучить и проверить.

4.2. 4.2 Пузырьковая сортировка целого массива (без функции)

Пузырьковая сортировка на основе алгоритма рассмотренного в ЛР № 3:

```
// Пузырьковая сортировка
int iMas[6] = {1,2,3,4,5,0}; // 0 - 5
int Razm = sizeof(iMas)/sizeof(int);
// Вывод начальный
for (int i = 0  ; i <Razm  ; i++ )
   printf (  "%2d \n" , iMas[ i ]);
   printf (  "\n" );
int Flag = 0;
// Сортировка
for (int k= 0  ; k<Razm - 1 ;k++ )
{       Flag = 0;
for (int i = 0  ; i <Razm - k - 1 ; i++)
{       if ( iMas[ i ] > iMas[ i+1] )   // убывание
//      if ( iMas[ i ] < iMas[ i+1] )  //возрастание
        { int Temp;
        Temp = iMas[ i ];
        iMas[ i ] = iMas[ i+1];
        iMas[ i+1] = Temp;
        Flag = 1;}; };
  if (Flag == 0) break; };
// Вывод после сортировки
for (int i = 0  ; i <Razm  ; i++ )
   printf (  "%2d \n" , iMas[ i ]);
   printf (  "\n" );
////////////////////
```

```
Результат сортировки по возрастанию:
 1
 2
 3
 4
 5
 0

 0
 1
 2
 3
 4
 5
```

4.3. 4.3 Сортировка с функцией SWAP

Выполните также использование функции **SWAP** (не путайте с макросом Swap!):

```
void SWAP(int * a, int * b)
{
       int Temp;
       Temp = *a;
       *a = *b;
       *b = Temp; };
void SWAP( int *, int *); // Прототип Функции
       int iMas[6] = {1,2,3,4,5,0}; // 0 - 5
       int Razm = sizeof(iMas)/sizeof(int);
       // Вывод начальный
       for (int i = 0  ; i <Razm  ; i++ )
          printf (  "%2d \n" , iMas[ i ]);
          printf (  "\n" );
```

```
        Flag = 0;
        // Сортировка
        for (int k= 0  ; k<Razm - 1 ;k++ )
        {
                Flag = 0;
        for (int i = 0  ; i <Razm - k - 1 ; i++)
        {
        //      if ( iMas[ i ] > iMas[ i+1] )  // возрастание
                if ( iMas[ i ] < iMas[ i+1] )  // убывание
                { SWAP( &iMas[ i ], &iMas[ i+1] ); Flag = 1;}
        };
          if (Flag == 0) break;
        };
        // Вывод после сортировки
        for (int i = 0  ; i <Razm  ; i++ )
           printf (  "%2d \n" , iMas[ i ]);
           printf (  "\n" );
```

Результат сортировки по убыванию:

```
0
1
2
3
4
5

5
4
3
2
1
0
```

Нужно создать пустой проект в MS VS, как описано выше, скопировать через буфер обмена в него текст данного примера, отладить его и выполнить.

5. 5. Контрольные задание ЛР №5.

5.1. 5.1 Создать макрос

Создать и отладить макрос вычисления минимума или максимума их 3-х переменных. Задание уточняется вариантом. Исходные значения задаются в программе. Результат вывести на печать.

```
//
#define max(a,b) ((a>b)?a:b)  // Макрос вычисления максимума их двух переменных
)  // Макрос вычисления максимума их ТРЕХ переменных
#define max3(a,b,c) ((a>b)?((a>c)?a:((b>c)?b:c)):((b>c)?b:c))
// Вызов
// Макросы!!!!!!!!!!!!!!!!!!
int imax = max(3,5); // Макровызов max с константами
 printf ("Максимум из двух  = %d \n",imax);
// Аналогично imax = ((3>5)?3:5);
 a=10 ; b = 20;
imax = max(a, b); // Макровызов max с двумя переменными
 printf ("Максимум из двух  = %d \n",imax);
 imax = max3(5, 2, 10); // Макровызов max с тремя переменными
 printf ("Максимум из трех  = %d \n",imax);

// Вызов
```

Получим Результат:

```
Максимум из двух  = 5
Максимум из двух  = 20
Максимум из трех  = 10
```

5.2. 5.2 Функция суммы 3-х чисел

Создать и отладить функцию сложения 3-х переменных/выражений (**Summa3**). Функцию разместить в новом модуле проекта – **second.cpp**. Результат работы функции возвращается 3-м параметром (указатель) и самой функцией. Данные заданы в программе, результат вывести на печать.

```
// Прототипы функции
int Summa3 (int a , int b);
int MaxMas ( int * iMas , int Razm, int * Max);
int Summ2 (int a , int b, int sum);
// Прототип функции
int Summa3 (int a , int b, int c, int * psum);
// Описание
int Summa3 (int a , int b, int c, int * psum){*psum = (a+b+c); return  *psum;};
int Summ3 (int a , int b, int * psum)
{
	// тело функции
	*psum = (a + b);
	return *psum; // возвращаемое значение функции
};
// Вызов функции
int SUM;
int Sum= Summa3(2 , 3, 5 , &SUM); // Вызов с указателем
printf ("Сумма параметр из функции  %d \n" ,SUM );
printf ("Сумма при возврате из функции  %d \n" , Sum);
```

Получим Результат:

```
Сумма параметр из функций  10
Сумма при возврате из функции  10
```

5.3. 5.3 Функция печати массива

Создать функцию печати массива (**PrintMas**). Функция описывается в другом модуле (**second.cpp**). Тип массива задан вариантом. Оформить печать красиво.

```
// Описание Функции Печати массива
void PrintMas ( int * pMas, int Razm)
{
for(int i =0 ; i< Razm ; i++)
{
printf (" Элемент [%d]  = %d  \n" , i, pMas[i]  );
};};
// Прототип функции печати массива
void PrintMas ( int * pMas, int Razm);

// Вызов в программе
int iMas3[] = {1,2,3,4,5};
PrintMas(iMas3 , (sizeof(iMas3)/sizeof(int)));
```

Получим Результат:

```
 Элемент [0]  = 1
 Элемент [1]  = 2
 Элемент [2]  = 3
 Элемент [3]  = 4
 Элемент [4]  = 5
```

5.4. 5.4 Функция Swap

Создать и отладить функцию обмена данными **Swap**. Функция описывается в другом модуле (**second.cpp**). Тип данных для этой функции и название зависит от варианта.

```
// Описание Функции обмена значениями SWAP в модуле second.cpp
```

```
void SWAP(int * a, int * b)
{
	int Temp;
	Temp = *a;
	*a = *b;
	*b = Temp;
	 };

void SWAP( int *, int *); // Прототип Функции
//SWAP функция ВЫЗОВ функции SWAP
int k1 = 1 , k2 = 2;
int k1 = 1 , k2 = 2;
 printf ("До SWAP  функции  k1= %d, k2 = %d \n",k1 , k2);
 SWAP(&k1 , &k2); // ВЫЗОВ функции обмена SWAP
 printf ("После SWAP  функции  k1= %d, k2 = %d \n",k1 , k2);
```

Получим Результат:

```
До SWAP  функции  k1= 1, k2 = 2
После SWAP  функции  k1= 2, k2 = 1
```

5.5. 5.5 Функция минимума или максимума по варианту

Создать и отладить функцию поиска в вещественном или целочисленном массиве (**float или int**) максимального или минимального значения (**MinMas** и **MaxMas**) и запоминание его номера. Выбор алгоритма по варианту студента (см. варианты ниже). Функция описывается в другом модуле (**second.cpp**). Массив задается с помощью инициализации (10 элементов). Продемонстрировать работу алгоритма в отладчике. Массив и результат поиска распечатать в главной программе. Функцию оформить в модуле header.h, подключив его директивой **#include** в главный модуль проекта. Разработать и в отчет включить блок-схему функции.

```
// Максимум в массиве
int MaxMas ( int * iMas , int Razm, int * Max1, int * Num)
{	int TempMax;
	int NumMax=0;
	TempMax = iMas[0];
	for ( int i = 1; i < Razm; i++)
		if ( TempMax <= iMas[i])
		{	TempMax = iMas[i]; NumMax= i;}
	*Max1 = TempMax;
	*Num= NumMax;
	return *Max1; };
// Минимум в массиве
int MinMas ( int * iMas , int Razm, int * Min1, int * Num)
{	int TempMin;
	int NumMin=0;
	TempMin = iMas[0];
	for ( int i = 1; i < Razm; i++)
		if ( TempMin > iMas[i])
		{	TempMin = iMas[i]; NumMin= i;}

	*Min1 = TempMin;
	*Num= NumMin;
	return *Min1; };
// ПРОТОТИПЫ
int MaxMas ( int * iMas , int Razm, int * Max, int *Num);
int MinMas ( int * iMas , int Razm, int * Max, int *Num);
};// Вызов и печать
int Mas5[]={1,1,4,1,-2, 30,0, 7};
int NumMax = 0;
int MaxMas5 = 0;
int NumMin = 0;
int MinMas5 = 0;
```

```
MaxMas5 = 0;
MaxMas5 =  MaxMas( Mas5 ,sizeof(Mas5)/sizeof(int), &MaxMas5, &NumMax);
    printf (  "Max =  %d Номер = %d\n" , MaxMas5, NumMax );
MaxMas5 = 0;
MinMas5 =  MinMas( Mas5 ,sizeof(Mas5)/sizeof(int), &  MinMas5, &NumMax);
    printf (  "Min =  %d Номер = %d\n" , MinMas5, NumMin );
```

Получим Результат:

```
Max =  30 Номер = 5
Min =  -2 Номер = 4
```

5.6. 5.6 Функция сортировки убывание

Оформить в виде функции алгоритмы сортировки рассмотренные выше. Варианты сортировки: пузырьковая сортировка (пуз.) и минимакс (мм.). Вид сортировки: убывание (уб.) и возрастание (воз.). Функция описывается в другом модуле (**second.cpp**). Использовать функцию **SWAP**. Тип массива определен вариантом. Для распечатки массива при проверке использовать свою функцию печати (**PrintMas**) Распечатать массив до и после сортировки. Разработать блок-схему программы и поместить в отчет.

```
// Функция сортировки убывание/возрастание
int SortMas(int * iMas ,int Razm )
{ int Flag;
for (int k= 0  ; k<Razm - 1 ;k++ )
{      Flag = 0;
for (int i = 0  ; i <Razm - k - 1 ; i++)
{ //   if ( iMas[ i ] > iMas[ i+1] )  // возрастание
       if ( iMas[ i ] < iMas[ i+1] )  // убывание
       { SWAP( &iMas[ i ], &iMas[ i+1] ); Flag = 1;} };
   if (Flag == 0) break; };
return 0; };
```

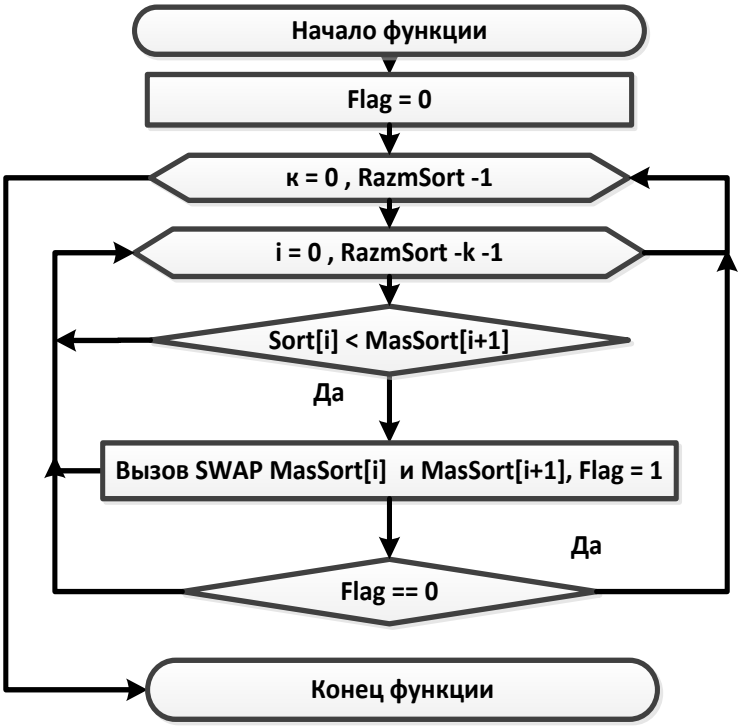
При вызове из главной программы:

```
// Прототип
int SortMas(int * iMas ,int Razm ) ;
// Вызов сортировки
int Mas6[]={5,0, 3,10,1}; // SortMas
     printf (  "ДО сортировки функция!\n"  );
  PrintMas (Mas6 , sizeof(Mas6)/sizeof(int));

  SortMas(Mas6 ,  sizeof(Mas6)/sizeof(int)); //  и
    printf (  "После сортировки функция!\n"  );

         PrintMas (Mas6 , sizeof(Mas6)/sizeof(int));
```

Получим Результат:

```
ДО сортировки функция!
 Элемент [0]  = 5
 Элемент [1]  = 0
 Элемент [2]  = 3
 Элемент [3]  = 10
 Элемент [4]  = 1
После сортировки функция!
 Элемент [0]  = 0
 Элемент [1]  = 3
 Элемент [2]  = 5
 Элемент [3]  = 1
 Элемент [4]  = 10
```

Блок-схема функции сортировки имеет вид:



5.7. 5.7 Рекурсивная функция

Создать функцию вычисления факториала целого числа с контролем на отрицательный входной параметр. В этом случае вывести значение равное нулю.

Рекурсивная функция расчета факториала число

```
// Рекурсивная функция факториала (n!)
int fact( int n)
{
       if (n <= 0) rez = 0;
       int rez;
if ( n == 0 )
    return rez = 1;
else
   return rez = n * fact (  n - 1 ) ;
        };
       //////
```

При вызове из главной программы:

```
  printf ("fact 5! =  %d\n" , fact(5) );
```

Получим Результат:

```
fact 5! =  120
```

6. 6. Варианты заданий для студентов СУЦ.

Варианты заданий приведены ниже. Номер варианта должен соответствовать номеру студента в групповом журнале.

№ п/п	Создать макрос	Тип массива – печать и сортировка	Тип функции Swap	Поиск минимума или максимума	Сортировка в одномерном массиве

1.	Мин. Из 3-х	long	float	Максимум	Пуз. – воз.
2.	Макс. Из 3-х	float	long	Минимум	Пуз. – уб.
3.	Мин. Из 3-х	int	char	Максимум	Мм – воз.
4.	Макс. Из 3-х	double	double	Минимум	Мм – уб.
5.	Мин. Из 3-х	long	float	Максимум	Пуз. – воз.
6.	Макс. Из 3-х	float	long	Минимум	Пуз. – уб.
7.	Мин. Из 3-х	int	char	Максимум	Мм – воз.
8.	Макс. Из 3-х	double	double	Минимум	Мм – уб.
9.	Мин. Из 3-х	char	double	Максимум	Пуз. – уб.

7. 7. Контролируемые требования.

1. **Создание макроса 5.1**
2. **Функция суммы 3-х чисел 5.2**
3. **Функция печати массива 5.3**
4. **Функция Swap 5.4**
5. **Функция минимума или максимума 5.5**
6. **Функция сортировки 5.6**
7. **Рекурсивная функция 5.7**

8. 7. Дополнительные требования для студентов СУЦ (д.т.).

Для продвинутых студентов, по желанию, можно построить программу с дополнительными требованиями. Дополнительные требования выполняются в дополнение основным требованиям ЛР. Для всех заданий нужно распечатать исходные данные и результаты, использовать второй файл и прототипы функций.

8.1. 7.1 Вложенные макросы

Создать макрос, внутри которого используются другие макросы, например вычисление максимума из двух.

8.2. 7.2 Функция экстремума с параметром типа

Создать универсальную функцию поиска максимума и минимума и его номера. Тип (минимум или максимум) задается отдельным параметром функции.

8.3. 7.3 Функция сортировки, настройка типа

Создать функцию сортировки массива, в которой тип сортировки задан отдельным параметром.

8.4. 7.4 Сумма двумерного целого массива

Создать функцию вычисление суммы двумерного массива. Тип массива определяется вариантом для функции печати.

8.5. 7.5 Функция Swap для строк разной длины

Создать функцию обмена строк разной длины. Строки заданы динамическими массивами. Нужно использовать функции библиотеки работы с динамической памятью (“кучей”).

8.6. 7.6 Сортировка символьного массива

Создать функцию для сортировки символьного массива.

8.7. 7.7 Функция с переменным числом параметров

Изучить технологию создания функций с переменным числом параметров. Продемонстрировать это на функции суммирования переменных.

8.8. 7.8 Рекурсивная функция

Создать функцию вычисления факториала целого числа с контролем на отрицательный входной параметр. Контролировать также максимальное значение входного параметра и выдавать при этом сообщение. В этом случае вывести значение равное нулю.

8.9. 7.9 Библиотеки RTL

Свести в отдельную табличку перечень библиотек СИ с пояснением основного назначения. Перечень библиотек можно получить на основе списка заголовочных файлов (*.h и *.hpp), размещенных в подкаталогах **INCLUDE**.

9. 8. Демонстрация, защита ЛР и отчет по ЛР.

После выполнения всех необходимых шагов по ЛР, работающую программу нужно продемонстрировать преподавателю, проводящему ЛР, о чем он в журнале делает отметку. Далее студент на основе шаблона и примера оформляет отчет по ЛР. После оформления отчета, который может быть представлен преподавателю в электронном виде, выполняется защита ЛР. Студент дает ответы на вопросы по отчету и на контрольные вопросы приведенные ниже. ЛР считается полностью зачтенной, если выполнены все перечисленные требования и действия: демонстрация, отчет и защита ЛР.

10. 9. Контрольные вопросы по ЛР.

1. Что такое функция в программировании?
2. Зачем нужны функции?
3. Что такое определение функции, его составляющие?
4. Что такое вызов функции, фактические параметры?
5. Что такое формальные параметры функции?
6. В чем суть концепции процедурного программирования?
7. Какой оператор используется для возврата из функций?
8. Что такое прототип функции, его составляющие и для чего он используется?
9. Как лучше задавать название функции?
10. Как можно возвратить значение данных из функций?
11. Какие переменные (данные) можно использовать в функциях?
12. Зачем используется спецификатор **extern**?
13. Что такое рекурсивные функции?
14. Что такое **inline** функции?
15. Как в функциях можно использовать глобальные и статические переменные?
16. Какие параметры можно задать для функции **main**?
17. Что такое макросы и для чего они используются?
18. Где в программе могут размещаться функции?
19. Какими способами можно передать массив в функцию?
20. Могут ли функции и макросы иметь одинаковые имена в одной программе?
21. Что такое указатели на функции и для чего они используются?
22. Какие библиотеки стандартных функций вы знаете?

23. Каково назначение оператора **return**?

11.10. Литература.

Основная литература

1. Список литературы, доступные книги и необходимые пособия для ЛР ОП размещены на сайте www.sergebolshakov.ru на страничке “2-й к СУЦ”. Пароль для доступа можно взять у преподавателя или старосты группы.
2. Керниган Б., Ритчи Д. К36 Язык программирования Си.\Пер. с англ., 3-е изд., испр. - СПб.: "Невский Диалект", 2001. - 352 с.: ил.
3. Касюк, С.Т. Курс программирования на языке Си: конспект лекций/С.Т. Касюк. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. — 175 с.
4. MSDN Library for Visual Studio 2005 (Vicrosoft Document Explorer – входить в состав дистрибутива VS. Нужно обязательно развернуть при установке VS VS или настроить доступ через Интернет.)
5. С.О.Бочков, Д.М.Субботин Язык программирования Си для персонального компьютера, М.: "Радио и связь", 1990.- 384 с.
6. Фридланд А.Я. Информатика и компьютерные технологии: Основные термины: Толк.слов.: Более 1000 базовых понятий и терминов. – 3-е изд., испр. и доп./ А.Я Фридланд, Л.С. Ханамирова, И.А. Фридланд – М.:ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2003. - 272 с.

Дополнительная литература

7. Общее методическое пособие по курсу для выполнения ЛР и ДЗ (см. на сайте 1-й курс www.sergebolshakov.ru) – см. кнопку в конце каждого раздела сайта!!!
8. Другие методические материалы по дисциплине с сайта www.sergebolshakov.ru.
9. Конспекты лекций по дисциплине “Основы программирования”.
10. Подбельский В.В. Язык Си++: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2003.
11. 5. Подбельский В.В. Стандартный Си++: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2008.
12. Г. Шилдт “C++ Базовый курс”: Пер. с англ.- М., Издательский дом “Вильямс”, 2011 г. – 672с
13. Г. Шилдт “C++ Руководство для начинающих” : Пер. с англ. - М., Издательский дом “Вильямс”, 2005 г. – 672с
14. Г. Шилдт “Полный справочник по C++”: Пер. с англ.- М., Издательский дом “Вильямс”, 2006 г. – 800с
15. Бьерн Страуструп "Язык программирования C++"- М., Бином, 2010 г.

ПРИЛОЖЕНИЯ

First.cpp- первый модуль проекта

```
//////  3.11 Понятия ////////////// МАКРОСЫ
#define max(a,b) ((a>b)?a:b)  // Макрос вычисления максимума их двух переменных
 // Макрос вычисления максимума их ТРЕХ переменных
#define max3(a,b,c) ((a>b)?((a>c)?a:((b>c)?b:c)):((b>c)?b:c))
//
//////  3.3 Понятия ////////////// ФУНКЦИЯ ВОЗВРАТ
// Описание-определение простой функции
/*
int Summa (int a , int b) // формальные параметры функции a и b
{
// тело функции – всего один оператор return
       return (a + b); // возвращаемое значение функции типа int
```

```
};
*/
/// ЗАГОЛОВОЧНЫЕ ФАЙЛЫ
#include <stdio.h>
#include <process.h>
#include <malloc.h>
//
int Summ2 (int a , int b, int sum) //
{
      return (a + b);
};

int Summ3 (int a , int b, int * psum) // Параметр указатель
{
            return *psum = (a + b); };



// Функция Печати массива
//
//////  5.7 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////// РЕКУРСИВНАЯ ФУНКЦИЯ
int fact( int n)
{
      int rez;
      if (n <= 0) rez = 0;
if ( n == 0 )
    return rez = 1;
else
   return rez = n * fact (  n - 1 ) ;
 };
//////  5.3 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////// ПЕЧАТЬ МАССИВА
void PrintMas ( int * pMas, int Razm)
{
for(int i =0 ; i< Razm ; i++)
{
printf (" Элемент [%d]  = %d  \n" , i, pMas[i]  );
};};
//////  5.5 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////// МИНИМУМ/МАКСИМУМ В МАССИВЕ
// Максимум в массиве
int MaxMas ( int * iMas , int Razm, int * Min1, int * Num)
{
            int TempMax;
      int NumMax=0;
      TempMax = iMas[0];
      for ( int i = 1; i < Razm; i++)
            if ( TempMax > iMas[i])
            {     TempMax = iMas[i]; NumMax= i;}

      *Min1 = TempMax;
      *Num= NumMax;
      return *Min1;
};
//
//////  5.5 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////// МИНИМУМ/МАКСИМУМ В МАССИВЕ
// Максимум в массиве
int MinMas ( int * iMas , int Razm, int * Max1, int * Num)
{
      int TempMax;
      int NumMax=0;
      TempMax = iMas[0];
      for ( int i = 1; i < Razm; i++)
```

```
            if ( TempMax < iMas[i])
            {     TempMax = iMas[i]; NumMax= i;}

      *Max1 = TempMax;
      *Num= NumMax;
      return *Max1;
};//
// Сортировка в массиве
//////  5.4 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ //////
// Описание Функции обмена значениями SWAP
void SWAP(int * a, int * b)
{
      int Temp;
      Temp = *a;
      *a = *b;
      *b = Temp;
};
//////  5.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////// МИНИМУМ/МАКСИМУМ В МАССИВЕ (ФУНКЦИЯ)
int SortMas(int * iMas ,int Razm )
// Сортировка убывание
{ int Flag;

for (int k= 0  ; k<Razm - 1 ;k++ )
{
      Flag = 0;
for (int i = 0  ; i <Razm - k - 1 ; i++)
{
      if ( iMas[ i ] > iMas[ i+1] )  // возрастание
//    if ( iMas[ i ] < iMas[ i+1] )  // убывание
      { SWAP( &iMas[ i ], &iMas[ i+1] ); Flag = 1;}
};
   if (Flag == 0) break;

};
return 0;
};
//////
//////
// Прототипы функций Понятий и заданий
void SWAP( int *, int *); // Прототип Функции
int MaxMas ( int * iMas , int Razm, int * Max, int *Num);
int MinMas ( int * iMas , int Razm, int * Max, int *Num);
void PrintMas ( int * pMas, int Razm);
/////  7.8 Понятия ////////////// ПАРАМЕТР МАССИВ
int Summ5 (int * mas ,int Razm  , int * psum);
// ПРОТОТИПЫ ФУНКЦИЙ
int Summ2 (int a , int b, int sum);
int Summ3 (int a , int b, int * psum); // Параметр указатель;
//  ЭТА функция описана в другом файле
int Summa (int a , int b);
////////////////////////////////
void main(void)
{
system(" chcp 1251 > nul");
//
//////  3.11 Понятия //////////////МАКРОСЫ
// Просмотр в отладчике значений !!!!!
int t1 = max(10,15);
int t3 = max3(30,10,15);
// Просмотр в отладчике значений по шагам!!!!!
//////  3.33 Понятия //////////////ФУНКЦИЯ ВОЗВРАТ ЗНАЧЕНИЯ
```

ОП ГУИМЦ 2023 ЛР№5

```
//ЛК5
int sum = 0;
sum= Summa (10 , 5 ); // Вызов с возвратом из функции пепосредственно
//
//////  3.33 Понятия //////////////ФУНКЦИЯ Вызов функции в качестве фактического параметра
другой функции
printf ( "Сумма = %d \n" , Summa(12,13)); // фактические параметры функции для printf
//
int SUM = 0;
//
//////  3.33 Понятия //////////////ФУНКЦИЯ - ПОПЫТКА ВОЗВРАТИТЬ ЗНАЧЕНИЕ ИЗ функции в каче-
стве параметра
//
// Просмотр в отладчике значений по шагам!!!!!
sum= Summ2 (10 , 5, SUM); // Вызов с параметром и возвратом // ОШИБКА
printf ( "Сумма возврат из функции = %d и параметром =%d \n" , sum, SUM);
//////  3.33 Понятия //////////////ФУНКЦИЯ ВОЗВРАТ С УКАЗАТЕЛЕМ
sum= Summ3 (10 , 5, &SUM);
//
/////  7.8 Понятия ////////////// ПАРАМЕТР МАССИВ в функции
int iMas[5] = {1,2,3,4,5}; // 0 - 4
PrintMas (iMas , sizeof(iMas)/sizeof(int));
printf ("Сумма в массиве iMas = %d \n" , Summ5 ( iMas, sizeof(iMas)/sizeof(int) ,&sum) );
//
//////  5.3 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////////////////////////////
////////////////////
int k1 = 1 , k2 = 2;

 printf ("До SWAP  функции  k1 , k2   %d  %d \n",k1 , k2);
 SWAP(&k1 , &k2);
 printf ("После SWAP  функции  k1 , k2   %d  %d \n",k1 , k2);
//
//
int Mas5[]={1,1,4,10,-2, 30,0, 7};
//////  5.3 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////// ПЕЧАТЬ МАССИВА
////////////////////////////////////////
// Печать массива
PrintMas (Mas5 , sizeof(Mas5)/sizeof(int));
 // SWAP в массиве
SWAP(&Mas5[0] , &Mas5[2]);
    printf (  "После Замены 0 <-> 2 !\n"  );
PrintMas (Mas5 , sizeof(Mas5)/sizeof(int));
int MaxMas5 = 0;
int NumMax = 0;
//////  5.5 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////// МИНИМУМ/МАКСИМУМ В МАССИВЕ
// Max и Min
MaxMas5 =  MaxMas( Mas5 ,sizeof(Mas5)/sizeof(int), &MaxMas5, &NumMax);
    printf (  "Max =  %d Номер = %d\n" , MaxMas5, NumMax );
MaxMas5 = 0;
//////  5.5 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////// МИНИМУМ/МАКСИМУМ В МАССИВЕ (ЦИКЛ)
MaxMas5 =  MinMas( Mas5 ,sizeof(Mas5)/sizeof(int), &MaxMas5, &NumMax);
    printf (  "Min =  %d Номер = %d\n" , MaxMas5, NumMax );

// Сортировка убывание (ЦИКЛ)
int Flag; // ФЛАГ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ СОРТИРОВКИ
int Razm = sizeof(Mas5)/sizeof(int);
// Сортировка убывание/возрвстание
//////  5.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////// МИНИМУМ/МАКСИМУМ В МАССИВЕ (ЦИКЛ)
for (int k= 0  ; k<Razm - 1 ;k++ )
{
      Flag = 0;
```

```
for (int i = 0  ; i <Razm - k - 1 ; i++)
{
//     if ( iMas[ i ] > Mas5[ i+1] )  // возрастание
       if ( Mas5[ i ] < Mas5[ i+1] )  // убывание
       { SWAP( &Mas5[ i ], &Mas5[ i+1] ); Flag = 1;}
};
   if (Flag == 0) break;
};
    printf (  "После сортировки в цикле!\n"  );
// КОНЕЦ ЦИКЛА СОРТИРОВКИ
 PrintMas (Mas5 , sizeof(Mas5)/sizeof(int));
 //

//  функция сортировки
 int Mas6[]={5,0, 3,10,1}; // SortMas
     printf (  "ДО сортировки функция!\n"  );
//////  5.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////// МИНИМУМ/МАКСИМУМ В МАССИВЕ (ФУНКЦИЯ)
  PrintMas (Mas6 , sizeof(Mas6)/sizeof(int));
    SortMas(Mas6 ,  sizeof(Mas6)/sizeof(int)); //  и
    printf (  "После сортировки функция!\n"  );

  PrintMas (Mas6 , sizeof(Mas6)/sizeof(int));
//////  5.7 КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ////// РЕКУРСИВНАЯ ФУНКЦИЯ
  // НУЖНО По шагам в отладчике!!
      ///
  printf ("fact 5! =  %d\n" , fact(5) );
  //
system(" PAUSE");
//return 0;
//

}
```

Second.cpp

```
////
// Описание
int Summa3 (int a , int b, int c, int * psum){*psum = (a+b+c); return *psum;};

//
// Попытка изменения константного параметра  “a” - const
/////  7.3 Понятия ////////////// КОНСТАНТНЫЙ ПАРАМЕТР
int Summ0 (const int a , int b, int * sum)
{
       /*
       a = 5; // НА ДАННОМ ОПЕРАТОРЕ КОМПИЛЯТОР ВЫДАЕТ ОШИБКУ!!!
       */
       *sum = (a + b);
       return *sum;
};
/////  7.8 Понятия ////////////// ПАРАМЕТР МАССИВ
int Summ5 (int * mas ,int Razm  , int * psum)
// Через указатель на массив и его размер (Razm  - формальный параметр)
{
       // тело функции
       int sum = 0 ;
       for (int i = 0 ; i < Razm  ; i++ )
              sum = sum + mas[i];
       *psum = sum ;
       return *psum; // возвращаемое значение функции
};
```