Лекция 9

Локальные и глобальные переменные, классы памяти
Функция **main**: параметры и возвращаемое значение
Функции с неопределенным количеством параметров
Указатели на функции, массивы указателей на функции
Рекурсия и рекурсивные функции

Основные понятия

- **Локальное объявление** – объявление типа или переменной, находящееся внутри какой-либо пользовательской функции программы.
- **Глобальное объявление** – объявление типа или переменной, находящееся вне какой-либо пользовательской функции программы.
- **Локальная переменная** – переменная, объявленная внутри какой-либо пользовательской функции программы.
- **Глобальная переменная** – переменная, объявленная вне какой-либо пользовательской функции программы.

Пример

Программа запрашивает у пользователя размер целочисленного массива (ограничен – максимально 30 элементов). Затем осуществляется ввод массива и поиск максимального и минимального элементов массива. Найденные значения выводятся на экран. Данная программа должна быть реализована с использованием функционального подхода: необходимо реализовать функции ввода массива и поиска максимума и минимума массива.

Пример

```
int array[30], num;
void Input(void);
void GetMinMax(int *, int *);
int main(int argc, char *argv[])
{
  printf("Введите количество элементов: ");
  scanf("%d",&num);
  if((num<1)||(num>30)) {
    puts("Некорректный ввод!");
    return 0;
  }
  Input(); //Ввод массива
  int max, min;
  GetMinMax(&max,&min);
  printf("Максимум: %d\nМинимум: %d\n",max,min);
  return 0;
}
```

Пример

```
void Input(void)
{
  puts(“Введите массив:”);
  for(int i=0;i<num;i++) scanf("%d",&array[i]);
}

void GetMinMax(int *max, int *min)
{
  *max = array[0], *min = array[0];
  for(int i=1;i<num;i++){
    if(*max < array[i]) *max = array[i];
    if(*min > array[i]) *min = array[i];
  }
}
```

Локальные переменные

В языке С допускается **(но не рекомендуется)** объявление локальной переменной с тем же именем, что и глобальная переменная.

В таком случае в функции, где объявлена такая переменная, используется локальная переменная, а не глобальная. Например:

```
int value = 10;
void func(void);
int main(int argc, char *argv[])
{
  printf("%d\n",value);
  func();
  printf("%d\n",value);
  return 0;
}
void func(void)
{
  int value = 5;
  printf("%d\n",value);
}
```

Основные понятия

- **Время жизни** – промежуток времени в течении которого под переменную выделена память, следовательно она содержит некоторое значение и к ней можно обращаться.
- **Видимость переменной** – область программы, в которой к данной переменной можно обращаться, т.е. переменная «видна» в этой области.

Пример

Функция поиска в списке точек одной точки (структура POINT с двумя вещественными полями), расположенной наиболее близко центру координат.

```
POINT FindNearest(POINT list[],int num)
{
  POINT pnt = list[0];
  double min = sqrt(pow(pnt.x,2.0) + pow(pnt.y,2.0));
  for(int i=0;i<num;i++){
    double dist = sqrt(pow(list[i].x,2.0) +pow(list[i].y,2.0));
    if(dist < min) {min = dist; pnt = list[i];}
  }
  return pnt;
}
```

Классы памяти

В языке С существует возможность управления временем жизни переменных. Для этого используются классы памяти, которые определяют некоторую специфику переменной. Для использования определенного класса памяти переменную необходимо объявить с указанием ее класса памяти:

класс памяти тип имя [=инициализация];

В языке С имеются четыре класса памяти:

- автоматический (**auto**);
- регистровый (**register**);
- статический (**static**);
- внешний (**extern**).

Класс **auto**

Класс памяти **auto** используется для создания локальных переменных в функциях. Переменная создается в момент вызова функции в стеке и уничтожается при ее завершении.

Данный класс памяти используется по умолчанию, при объявлении переменных его использовать необязательно.

Класс **register**

Класс памяти **register** используется для создания целочисленных (или производных от целочисленного типа) переменных в регистрах процессора с целью ускорения доступа к ним.

Обычно с таким классом объявляют индексные переменные, используемые в циклах:

for(**register int** i=0;i<n;i++) ...

Класс **static**

Класс памяти **static** используется для создания статических переменных.

Данный класс памяти используется по умолчанию при описании глобальных переменных. Переменные с таким классом памяти создаются в сегменте данных программы и «живут» в процессе выполнения программы.

Данный класс памяти можно использовать и для локальных переменных. В таком случае значение этой переменной не теряется между вызовами функции, в которой она описана.

Пример

```
void Show(void)
{
  static int value = 0;
  printf(“%d\n”,value);
  value++;
}

int main(int argc, char *argv[])
{
  for(int i=0;i<5;i++) Show();
  return 0;
}
```

Класс **extern**

Класс памяти **extern** используется для описания «внешних» переменных. Под внешней переменной здесь понимается переменная, которая будет описана где-то далее в программе. Таким образом, класс памяти **extern** используется как бы для описания ссылок на переменные.

Функция **main**

Согласно стандарту описания функции **main** в нее могут передаваться параметры, и она может возвращать целочисленное значение.

Заголовок такой функции имеет вид:

int main(**int** argc, **char** *argv[])

Функция **main**

При запуске программы в нее из операционной системы или другой программы могут быть переданы параметры командной строки.

Командная строка – строка, содержащая имя запускаемой программы (абсолютный путь к файлу программы) и следующие за ним параметры, представляющие собой некоторые символьные данные. Разделение имени программы и ее параметров осуществляется пробелами (одним или несколькими).

Например:

c:\programs\proga.exe first second

Функция **main**

Параметры командной строки представлены в функции **main** двумя ее параметрами:

- целочисленным значением (обычно называемым *argc*);
- массивом строк (обычно называемым *argv*).

Пример:

- argc == 3
- argv == **{**”*c:\programs\proga.exe*”, ”first”, ”second”**}**

Функция **main**

Функция **main** может возвращать целочисленное значение, которое может интерпретироваться операционной системой или вызвавшей программой как результат выполнения данной программы (код ошибки).

Принято следующее правило: если программа выполнилась корректно, то ее результат должен быть равен нулю.

Функция **main**

Пример: в программу в качестве параметров командной строки передаются целые числа. Программа должна вычислить сумму этих чисел и вернуть полученное значение.

```
int main(int argc, char *argv[])
{
  if(argc < 2) return 0;
  int summa = 0;
  for(int i=1;i<argc;i++) summa += atoi(argv[i]);
  return summa;
}
```

Пример 1

Написать программу, вычисляющую сумму цифр целых чисел. Числа передаются в параметрах командной строки. Программа выводит информацию в формате: *число – сумма цифр*. Вычисление суммы цифр одного числа реализовать в виде функции.

Пример 1

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
unsigned Calc(int);
int main(int argc, char *argv[])
{
  for(int i=1;i<argc;i++){
    int num = atoi(argv[i]);
    unsigned summa = Calc (num);
    printf("%d - %u\n",num,summa);
  }
  return 0;
}
```

```
unsigned Calc(int num)
{
  unsigned res = 0;
  while(num >0){
    res += num%10;
    num /= 10;
  }
  return res;
}
```

Пример 2

Написать программу подбора пароля к rar-архиву, если известно, что пароль состоит из трех цифр. Имя архива передается в параметрах командной строки. При реализации программы предполагается, что программа-распаковщик rar-архивов (unrar.exe) находится в том же каталоге, что и сама программа. Для вызова программы-распаковщика используется функция из библиотеки **stdlib.h**:

int system(**const char** **command*);

Пример 2

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
int main(int argc, char *argv[])
{
  if(argc < 2) {puts("Не указано имя архива!"); return 0;}
  for(int i=0;i<10;i++)
    for(int j=0;j<10;j++)
      for(int k=0;k<10;k++){
        char psw[5] = “    ”;
        psw[0] = i+48; psw[1] = j+48; psw[2] = k+48;
        char cmd[50] = "unrar.exe e -p";
        strcat(cmd,psw); strcat(cmd,argv[1]);
        int res = system(cmd);
        if(!res){printf("Пароль: %s\n",psw); return 0; }
      }
  puts(“Пароль не найден!”);
  return 0;
}
```

Неопределенное число параметров

В языке С допускается создание функций, имеющих неопределенное число параметров. Для реализации функции с неопределенным числом параметров необходимо описать ее заголовок (и прототип, если он есть) в следующем виде:

тип имя(список фиксированных параметров, ...)

Неопределенное число параметров

Функция описывается в обычной форме, только после указания последнего фиксированного параметра через запятую указываются три точки.

Например:

```
int function(int n, ...)
double func(int i, double val, ...)
```

Неопределенное число параметров

Для доступа к значениям нефиксированных параметров используются типы и макросы для работы со стеком из библиотеки **stdarg.h**.

Работа по извлечению значений нефиксированных параметров заключается в следующем:

1. объявить переменную типа **va_list**;
2. установить ее на последний фиксированный параметр в функции с помощью макроса **va_start**;
3. произвести работу с заданным списком значений, используя макрос **va_arg**;
4. завершить работу со списком параметров, используя макрос **va_end**.

Неопределенное число параметров

Макрос установки переменной для работы со стеком на первый нефиксированный параметр:

va_start(**va_list** ap, lastfix);

Первым параметром *ap* макроса является имя переменной для работы со стеком, вторым параметром *lastfix* – имя последнего фиксированного параметра.

Неопределенное число параметров

Макрос для получения значения следующего нефиксированного параметра:

va_arg(**va_list** ap, type);

Первый параметр ***ap*** макроса – имя переменной для работы со стеком. Второй параметр **type** макроса – имя типа получаемого значения (системный или пользовательский тип данных).

Неопределенное число параметров

Макрос для завершения работы со стеком:

va_end(**va_list** ap);

В качестве параметра ***ap*** передается имя переменной для работы со стеком.

Пример

Реализовать функцию, вычисляющую среднее арифметическое значение нескольких чисел. В функцию сначала передается количество значений (тип **int**), а затем сами значения (тип **double**).

Пример

```
double Mid(int N,...)
{
  va_list ap;
  int i = 0;
  double S=0;
  va_start(ap,N);
  while(i<N){
    S+=va_arg(ap,double);
    i++;
  }
  va_end(ap);
  S/=N;
  return S;
}
```

Вызов приведенной в примере функции для вычисления среднего значения трех вещественных чисел (1, 2 и 3) будет иметь вид:

```
... Mid(3,1,2,3);
```

а пяти вещественных чисел (1, 2, 3, 4 и 5):

```
... Mid(5,1.0,2.0,3.0,4.0,5.0);
```

Указатели на функции

В языке С можно объявлять указатели не только на данные, но и на функции.

Синтаксис объявления такого указателя следующий:

тип (*имя)(список типов формальных параметров);

Указатели на функции

Например, если функция в качестве параметра принимает два целых числа, а возвращает вещественное значение, то указатель на эту функцию будет описан в виде:

double (*ptr)(**int**,**int**);

Указатель на функцию, принимающую в качестве параметра строку и целое число, и возвращающую строку будет иметь вид:

char *(*ptr)(**const char** *,**int**);

Указатели на функции

Установка указателя на функцию осуществляется простым присвоением указателю имени функции:

указатель = имя функции;

Вызов функции, через установленный на нее указатель, осуществляется так же, как и обычный вызов функции:

указатель(список фактических параметров);

Пример

Вывести на экран таблицу значений на промежутке [0,2π] с шагом π/6 одной из функции (1 – **sin**, 2 – **cos**). Номер функции задан в целочисленной переменной num. Фрагмент программы:

```
double (*ptr)(double);
if(num == 1) ptr = sin;
  else if(num == 2) ptr = cos;
    else return 0;
const double pi = 3.1415926535897932;
double x = 0.0;
while(x <= 2.0*pi){
  printf("func(%lf) = %lf\n",x,ptr(x));
  x += (pi/6.0);
}
```

Массивы указателей на функции

Еще одной конструкцией языка С, встречающейся на практике, является массив указателей на функции. Объявление такого массива, на примере одномерного массива, имеет вид:

тип (*имя[размер])(список типов формальных параметров);

Установка указателя на функцию осуществляется простым присвоением элементу массива имени функции:

массив[индекс] = имя функции;

Вызов функции, через установленный на нее элемент массива указателей, осуществляется так же, как и обычный вызов функции:

массив[индекс](список фактических параметров);

Пример

Вывести на экран таблицу значений на промежутке [0,2π] с шагом π/6 одной из функции (1 – **sin**, 2 – **cos,** 3 – **tan**). Номер функции задан в целочисленной переменной num. Фрагмент программы:

```
double (*ptrs[3])(double);
ptrs[0] = sin; ptrs[1] = cos; ptrs[2] = tan;
if((num < 1)||(num > 3)) return 0;
const double pi = 3.1415926535897932;
double x = 0.0;
while(x <= 2.0*pi){
  printf("func(%lf) = %lf\n",x,ptrs[num-1](x));
  x += (pi/6.0);
}
```

Рекурсия

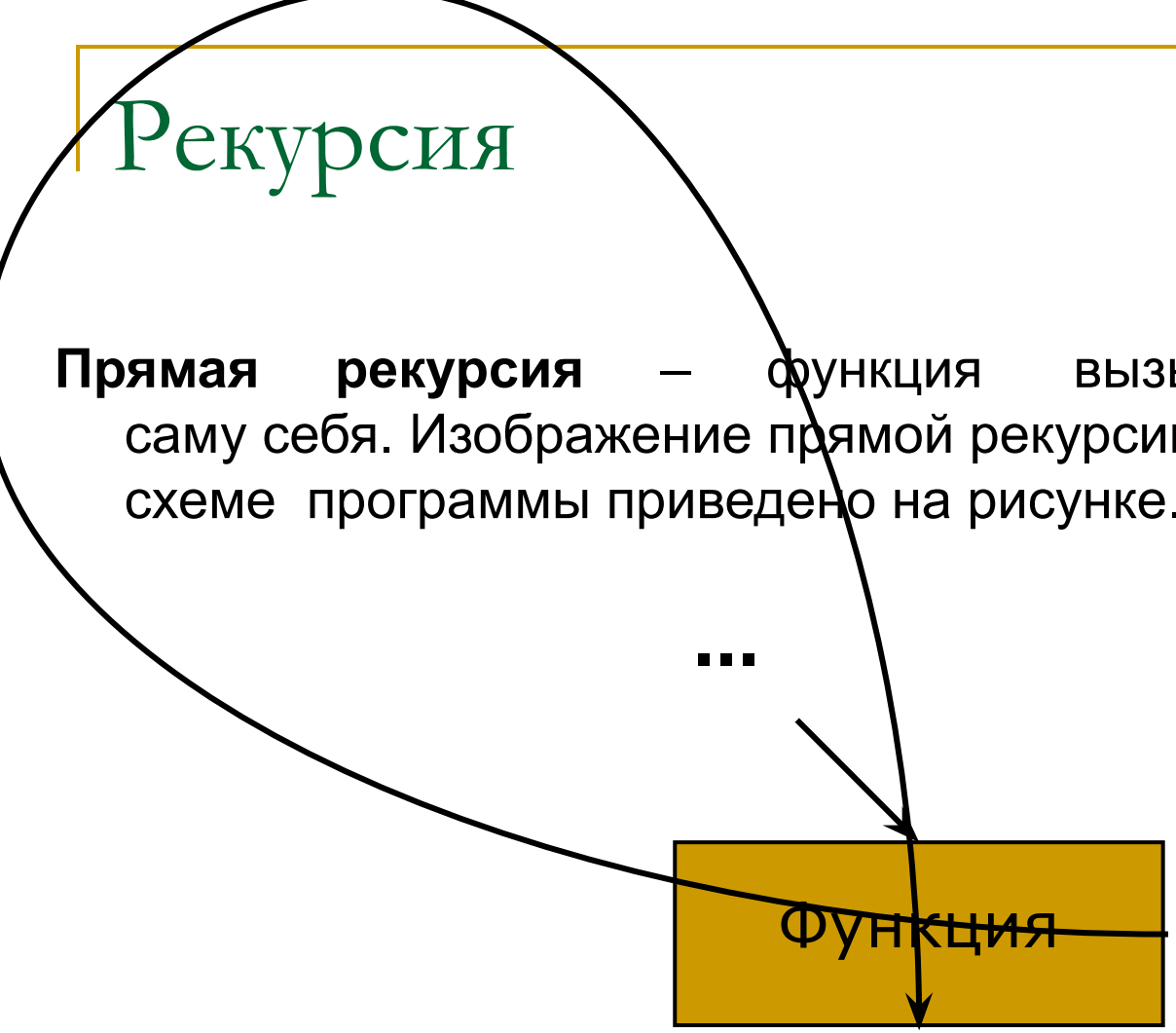
Функции в языке С могут использоваться рекурсивно. **Рекурсия** – вызов функции самой себя.

Различают два вида рекурсии:

- прямая рекурсия;
- косвенная рекурсия.

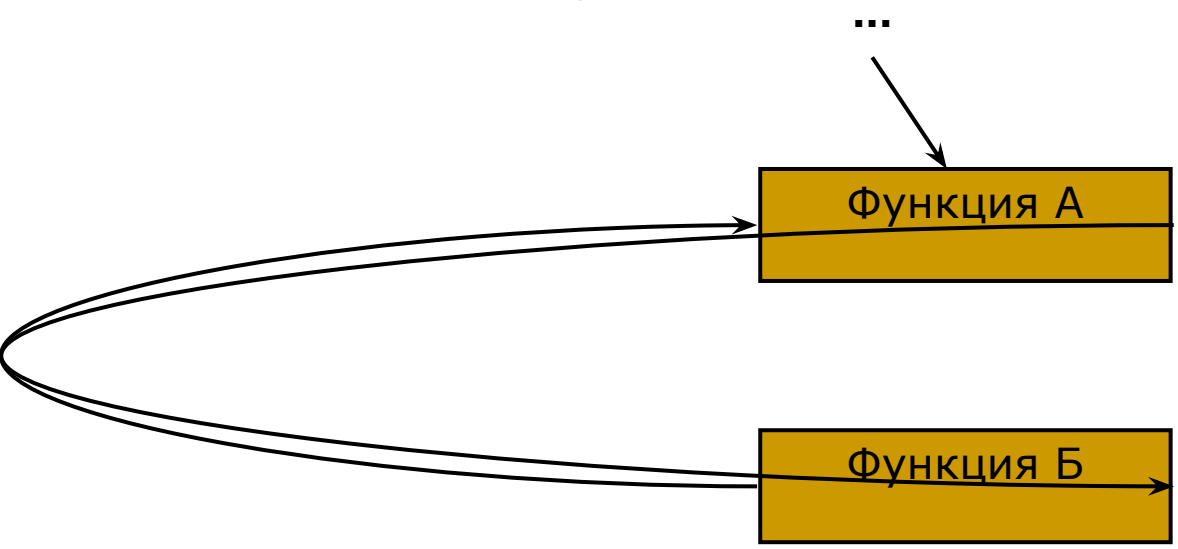
Рекурсия

Прямая рекурсия – функция вызывает непосредственно саму себя. Изображение прямой рекурсии на функциональной схеме программы приведено на рисунке.



Рекурсия

Косвенная рекурсия – функция вызывает себя посредством другой функции. Например, функция А вызывает функцию Б, которая, в свою очередь, вызывает функцию А. Изображение косвенной рекурсии на функциональной схеме программы приведено на рисунке.



Пример

В качестве примера прямой рекурсии рассмотрим рекурсивную функцию вычисления факториала:

```
double Factorial(unsigned n)
{
  if(n == 1) return 1.0;
  return (double)n*Factorial(n-1);
}
```

Пример 1

Написать программу поиска различных расстановок восьми ферзей на шахматной доске так, чтобы они не «били» друг друга. Программа должна отобразить на экране матрицу 8×8, состоящую из нулей (пустая клетка на шахматной доске) и единиц (ферзь на шахматной доске), а также общее число найденных комбинаций. При реализации использовать рекурсию.

```
--x-----        {2,5,3,1,7,4,6,0}
-----x--
---x----
-x------
-------x
----x---
------x-
x-------
```

Пример 1

```
#include <stdio.h>
void PutFerz(int,int [], int *);
int main(int argc, char *argv[])
{
  int l[8] = {0}, Count = 0;
  PutFerz(0,l,&Count);
  printf("Количество комбинаций: %d\n",Count);
  return 0;
}

int Check(int n, int l[])
{
  for(int i=0;i<n;i++){
    if(l[i]==l[n]) return 1;
    if(abs(n-i)==abs(l[n]-l[i])) return 1;
  }
  return 0;
}
```

Пример 1

```
void Show(int l[], int *count)
{
  for(int i=0;i<8;i++){
    for(int j=0;j<8;j++)
      printf("%d",i==l[j]);
    printf("\n");
  }
  puts("========");
  (*count)++;
}

void PutFerz(int n, int l[], int *count)
{
  for(l[n]=0;l[n]<8;l[n]++){
    if(Check(n,l)) continue;
    if(n==7) Show(l,count);
      else PutFerz(n+1,l,count);
  }
}
```

Пример 1