Язык Си: стандарты, основные концепции. Исполнение программы.

Стандарты языка Си

Начало 70-х: появление языка Си
1978: Kernighan, Ritchie (K&R)
1989: ANSI C (C89)
1999: C99
2011: C11

Основные требования к языку Си

(мои «измышлизмы»)

- Язык должен быть эффективным как ассемблер
- На нем должно быть удобно программировать по сравнению с ассемблером
- Программы должны быть переносимы на уровне исходных текстов

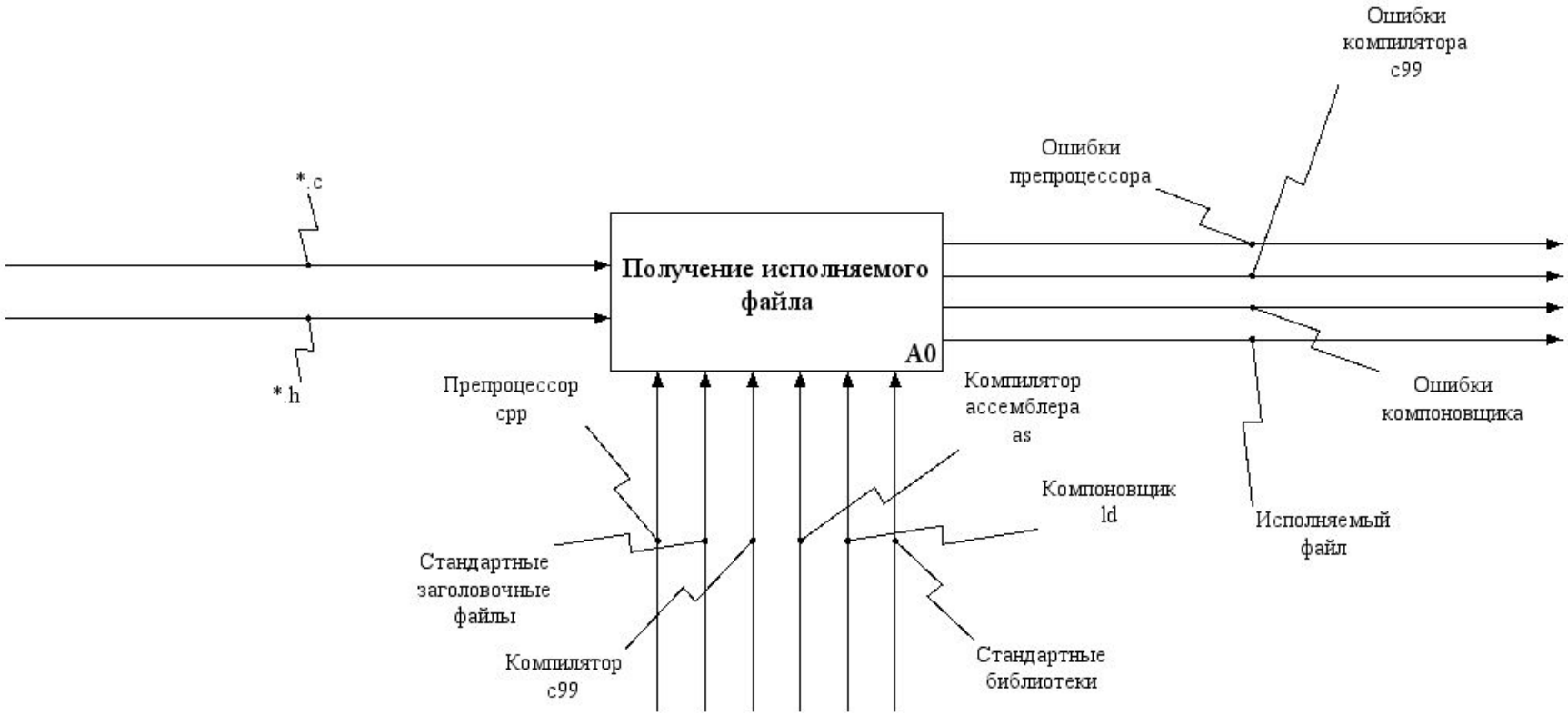
Основные концепции языка Си

- Си - язык "низкого" уровня
- Си - "маленький" язык с однопроходным компилятором
- Си предполагает, что программист знает, что делает

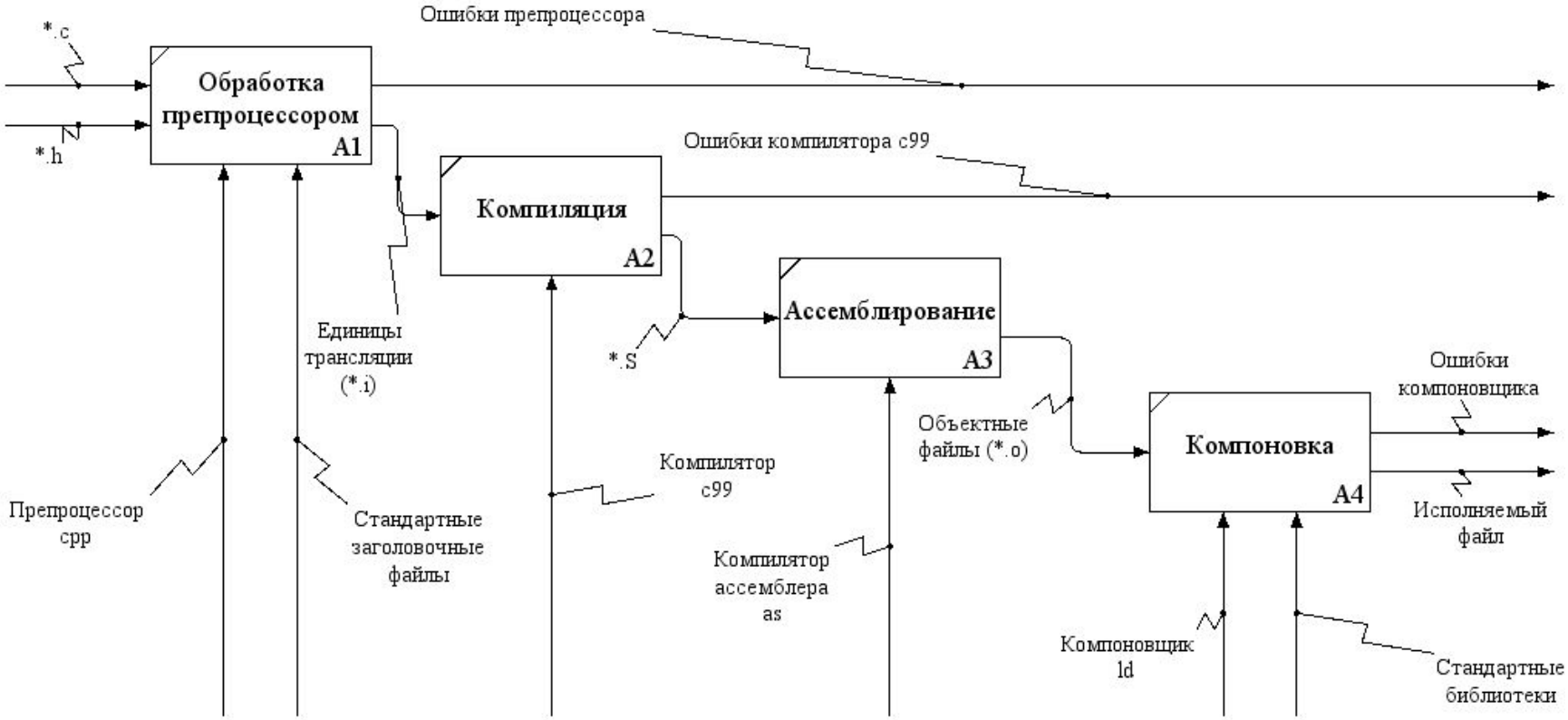
Получение исполняемого файла

```
 0. // hello.c
 1. #include <stdio.h>
 2.
 3. #define N 3
 4.
 5. int main(void)
 6. {
 7.     // Вывод фразы N раз
 8.     for(int i = 0; i < N; i++)
 9.       puts("Hello, world!\n");
10.
11.     return  0;
12. }
```

Получение исполняемого файла



Получение исполняемого файла



A1: обработка препроцессором

Препроцессор выполняет:

- вырезание комментариев;
- текстовые замены (директива define);
- включение файлов (директива include).

Файл, получаемый в результате работы препроцессора, называется *единицей трансляции*.

```
cpp –o hello.i hello.c (или cpp hello.c > hello.i)

hello.c – 181 байт, hello.i – 19271 байт
```

Результат работы препроцессора

```
...

int __attribute__((__cdecl__)) __attribute__ ((__nothrow__)) puts
   (const char*);

...

int main(void)
{

   for(int i = 0; i < 3; i++)
      puts("Hello, world!\n");

   return 0;
}
```

A2: трансляция на язык ассемблера

Компилятор выполняет трансляцию программы, написанной на Си, на язык ассемблера.

Язык ассемблера - система обозначений, используемая для представления в удобочитаемой форме программ, записанных в машинном коде. [wikipedia]

```
c99 -S -masm=intel hello.i
```

```
hello.c - 181 байт, hello.s - 5151 байт
```

Результат работы компилятора

```
   .section .rdata,"dr"
LC0:
   .ascii "Hello, world!\12\0"
   .text
...
   mov  DWORD PTR [esp+28], 0
   jmp  L24
L25:
   mov  DWORD PTR [esp], OFFSET FLAT:LC0
   call _puts
   add  DWORD PTR [esp+28], 1
L24:
   cmp  DWORD PTR [esp+28], 2
   jle  L25
   mov  eax, 0
```

A3: ассемблирование в объектный файл

Ассемблер выполняет перевод программы на языке ассемблера в исполнимый машинный код.

В результате работы ассемблера получается *объектный файл*: блоки машинного кода и данных, с неопределенными адресами ссылок на данные и процедуры в других объектных модулях, а также список своих процедур и данных.

```
as –o hello.o hello.s
```

```
hello.c – 181 байт, hello.o – 1858 байт
```

Результат работы ассемблера

```
00000185 <_main>:
 185:   55                      push   %ebp
 186:   89 e5                   mov    %esp,%ebp
 188:   83 e4 f0                and    $0xfffffff0,%esp
 18b:   83 ec 20                sub    $0x20,%esp
 18e:   e8 00 00 00 00          call   193 <_main+0xe>
 193:   c7 44 24 1c 00 00 00    movl   $0x0,0x1c(%esp)
 19a:   00
 19b:   eb 11                   jmp    1ae <_main+0x29>
 19d:   c7 04 24 00 00 00 00    movl   $0x0,(%esp)
 1a4:   e8 00 00 00 00          call   1a9 <_main+0x24>
 1a9:   83 44 24 1c 01          addl   $0x1,0x1c(%esp)
 1ae:   83 7c 24 1c 02          cmpl   $0x2,0x1c(%esp)
 1b3:   7e e8                   jle    19d <_main+0x18>
 1b5:   b8 00 00 00 00          mov    $0x0,%eax
 1ba:   c9                      leave
 1bb:   c3                      ret
```

```
00000000 b .bss
00000000 d .data
00000000 r .rdata
00000000 t .text
         U ___main
         U __filbuf
         U __flsbuf
         U __imp___iob
         U _fgetpos
         U _fopen
0000013b T _fopen64
00000155 T _ftello64
00000000 T _getc
0000008e T _getchar
00000185 T _main
00000041 T _putc
000000dc T _putchar
         U _puts
```

A4: компоновка

Компоновщик принимает на вход один или несколько объектных файлов и собирает по ним исполнимый файл.

Компоновщик может извлекать объектные файлы из специальных коллекций, называемых библиотеками.

```
ld –o hello.exe hello.o ...библиотеки
```

```
hello.c – 181 байт, hello.exe – 91450 байт
```

Опции компилятора и компоновщика

```
c99 [опции] [выходной_файл] файл_1 [файл_2]
```

- -pedantic
- -Wall
- -Werror
- -c (--compile)
- -o <имя>
- -g[level] (--debug)

Примеры запуска компилятора

```
// 1. Препроцессор
gcc -E main.c > main.i
// 2. Трансляция на язык ассемблера
gcc -S main.i
// 3. Ассемблирование
gcc -c main.s
// 4. Компоновка
gcc -o main.exe main.o

// Вместо 1-3 можно написать
gcc -c main.c
```

Примеры запуска компилятора

```
// Вместо 1-4 можно написать
gcc -o main.exe main.c
```

Следующие опции обязательны для использования

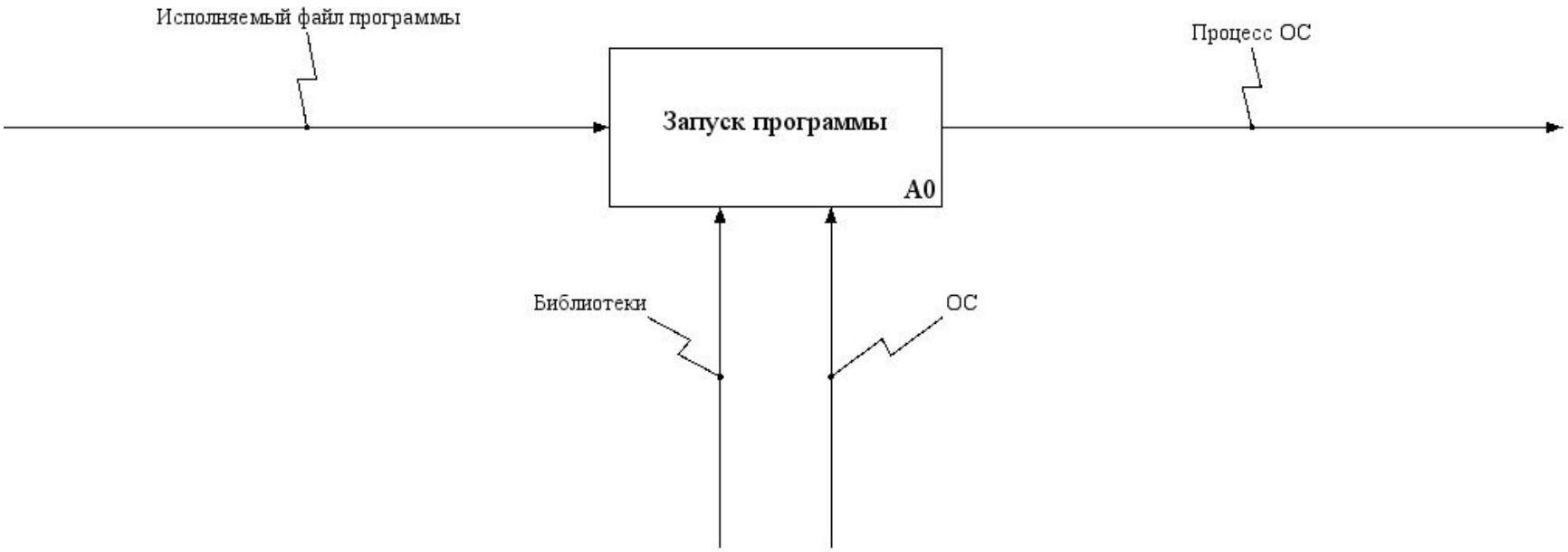
- **–std=c99**
- **–Wall**
- **–Werror**
- **-pedantic** (в некоторых случаях)

```
gcc -std=c99 -Wall -Werror -o main.exe main.c
```

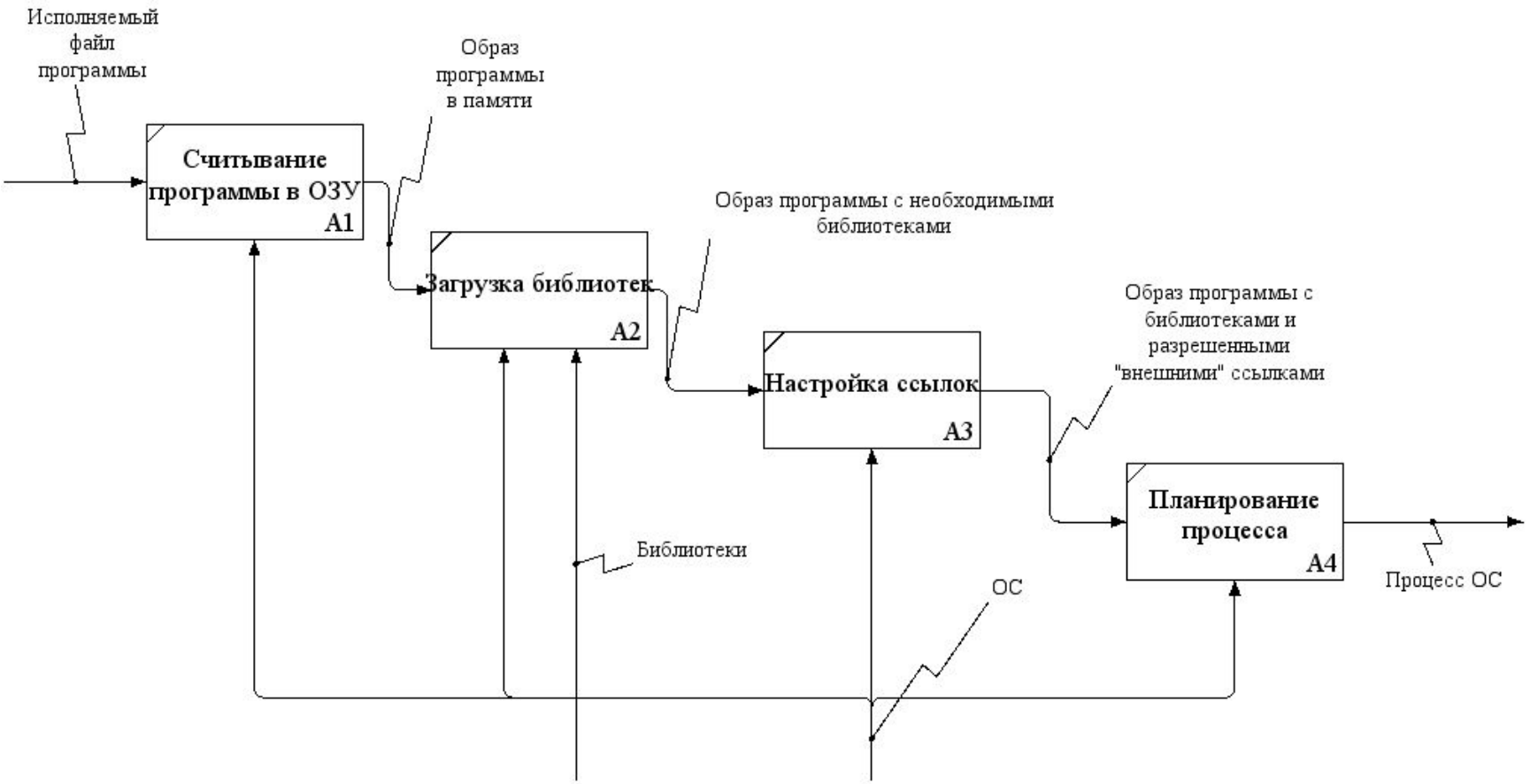
Представление о формате исполняемого файла

Заголовок 1
…
Заголовок N
Секция text
Секция bss
Секция data
Секция rodata
Таблица импорта
…

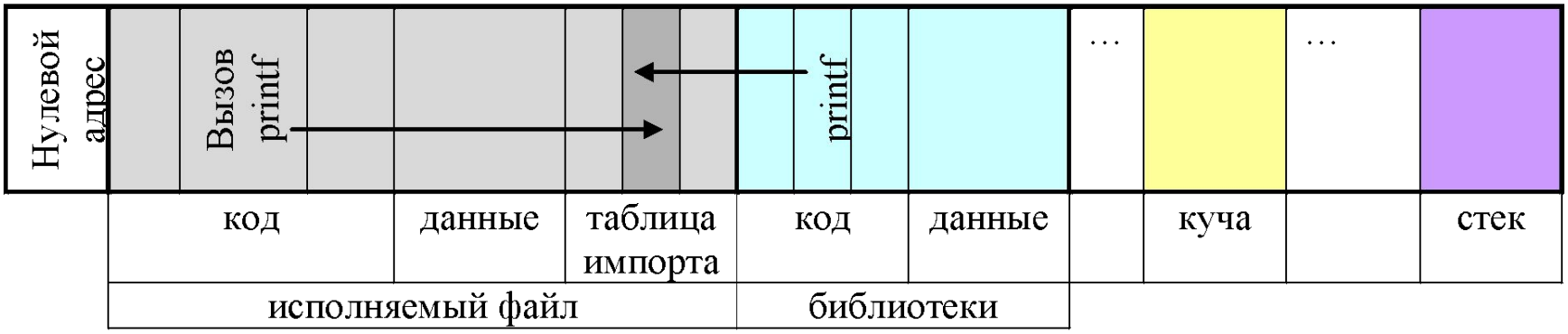
Запуск программы



Запуск программы



Абстрактная память и процесс.



Функция main

```
int main(void);
int main(int, char** argv);
```

Значение, возвращаемое main

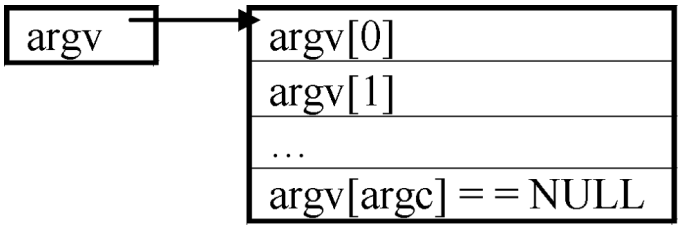
```
@echo off
hello.exe
if errorlevel 1 goto err
if errorlevel 0 goto ok
goto fin
:err
echo ERROR!
goto fin
:ok
echo OK
:fin
```

Параметры функции main

```
#include <stdio.h>

int main(int argc, char** argv)
{
    for(int i = 0; i < argc; i++)
        printf("%s\n", argv[i]);

    return 0;
}
```



Литература

1. Черновик стандарта C99
2. Dennis M. Ritchie, The Development of the C Language
3. Артур Гриффитс, GCC: Настольная книга пользователей, программистов и системных администраторов.
4. John R. Levine, Linkers & Loaders
5. David Drysdale, Beginner's Guide to Linkers (есть перевод на хабре)