Введение в C

Лекция 1

Процедурное программирование — это парадигма программирования, основанная на концепции вызова *процедур (функций)*.

Язык Си поддерживает процедурное программирование.

Парадигмы программирования

Императивное

при написании программы мы “говорим” компьютеру: “Сделай это, потом это, потом…”

фокус на последовательности действий: как надо сделать

программа — последовательность инструкций
в процессе изменяется состояние программы

Декларативное

при написании программы мы “говорим” компьютеру: “Я хочу получить это…”

фокус на логике: что надо сделать

программа описывает логику
нет указания состояния программы

Парадигмы программирования

```
nums = [1, 2, 3, 4, 5, 6]


result = []
i = 0
while i < len(nums):
    num = nums[i]
    if num % 2 == 0:
        doubled = num * 2
        result.append(doubled)
    i += 1


print(result)  # [4, 8, 12]
```

Парадигмы программирования

Декларативное

```
nums = [1, 2, 3, 4, 5, 6]

result = list(map(lambda x: x * 2,
                  filter(lambda x: x % 2 == 0, nums)))

print(result)  # [4, 8, 12]
```

Императивное программирование

Структурное программирование

— программа – набор блоков `if… else`, `for`, `while`
— упорядоченное выполнение команд

Процедурное программирование

— программа разбивается на набор процедур (функций)
— повторное использование

Объектно-ориентированное программирование

— программа состоит из объектов
— объекты объединяют данные и поведение
— инкапсуляция, наследование и полиморфизм

Событийно-ориентированное программирование

— программа отвечает на внешние события

Структурное программирование

```c
#include <stdio.h>

int main() {

    int numbers[] = {3, -1, 4, -5, 6};
    int sum = 0;

    for (int i = 0; i < 5; i++) {
        if (numbers[i] > 0) {
            sum+= numbers[i];
        }
    }



    printf("Sum: %d\n", sum);
    return 0;
}
```

```c
#include <stdio.h>

int main() {

    int numbers[] = {3, -1, 4, -5, 6};
    int sum = 0;
    int i = 0;

start:
    if (i >= 5) goto end;
    if (numbers[i] > 0) sum+=
numbers[i];
    i++;
    goto start;

end:

    printf("Sum: %d\n", sum);
    return 0;
}
```

Процедурное программирование

```
def input_data():
    return [3, -1, 4, -5, 6]

def calculate_positive_sum(numbers):
    total = 0
    for num in numbers:
        if num > 0:
            total += num
    return total

def output_result(sum_result):
    print("Sum:", sum_result)

def main():
    nums = input_data()
    result = calculate_positive_sum(nums)
    output_result(result)

main()
```

```
numbers = [3, -1, 4, -5, 6]
sum_result = 0

for num in numbers:
    if num > 0:
        sum_result += num

print("Sum:", sum_result)
```

Объектно-ориентированное программирование

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

class NumberProcessor {
      vector<int> numbers;
public:    NumberProcessor(vector<int> nums):
numbers(nums) {}


      int sumPositives() {
            int sum = 0;
            for (int n : numbers) {
                  if (n > 0) sum += n;}
            return sum;}
};

int main() {
   vector<int> nums = {3, -1, 4, -5, 6};
   NumberProcessor processor(nums);
   cout<<"Sum: "<<processor.sumPositives()<<endl;
      return 0;  }
```

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

int main() {
      int nums[] = {3, -1, 4, -5, 6};
      int sum = 0;


      for (int i = 0; i < 5; i++) {
            if (nums[i] > 0) sum += nums[i];
      }


      cout << "Sum: " << sum << endl;
      return 0;
}
```

Событийно-ориентированное программирование

```python
import tkinter as tk

def on_click():
      nums = [3, -1, 4, -5, 6]
      result = sum(n for n in nums if n > 0)
      label.config(text=f"Sum: {result}")

root = tk.Tk()
button = tk.Button(root, text="Calculate",
command=on_click)
label = tk.Label(root, text="Click the button")
button.pack()
label.pack()
root.mainloop()
```

```python
nums = [3, -1, 4, -5, 6]
result = sum(n for n in nums if n > 0)
print(f"Sum: {result}")
```

Немного истории

Рождение программирования

1945 — ЭНИАК (ENIAC, Electronic Numerical Integrator and Computer): первая электронная вычислительная машина. Программы вводились вручную через переключатели и кабели.

1949 — появился ассемблер (Assembly) — язык, ближе к машинному коду, но с мнемониками. Существенно упростил программирование железа.

Программирование было тяжёлым, ошибки стоили дорого. Всё делалось на уровне «железа».

```
section .data
    msg     db      'Hello, world!', 0xA  ; Сообщение + перевод строки
    len     equ     $ - msg               ; Длина сообщения

section .text
    global _start

_start:
    ; write(1, msg, len)
    mov     eax, 4          ; Системный вызов write
    mov     ebx, 1          ; File descriptor: 1 (stdout)
    mov     ecx, msg        ; Указатель на сообщение
    mov     edx, len        ; Длина сообщения
    int     0x80            ; Вызов ядра

    ; exit(0)
    mov     eax, 1          ; Системный вызов exit
    xor     ebx, ebx        ; Код возврата 0
    int     0x80            ; Вызов ядра
```

Немного истории

Языки высокого уровня

1957 — появление Fortran (IBM): первый язык высокого уровня для научных расчётов. Он сильно упростил запись формул.

1958 — LISP и ALGOL (основа будущих языков): впервые ввели понятия блоков кода, области видимости, рекурсии.

1959 — COBOL для бизнеса: приближен к английскому языку, удобен для отчётности и управления данными.

Языки стали более «человекоориентированными», но всё ещё громоздкими, строго типизированными и далекими от системного программирования.

```
IDENTIFICATION DIVISION.
PROGRAM-ID. HELLO.

PROCEDURE DIVISION.
    DISPLAY "Hello, world!".
    STOP RUN.
```

Немного истории

Процедурное программирование и кризис сложности (1960-е)

ALGOL 60 стал академическим эталоном. На его основе появились: Pascal, Modula, Ada.

BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code) (1964) — простой язык для обучения. Работал на терминалах, получил широкое распространение в университетах.

Возникла идея структурного программирования (Дейкстра): без `goto`, с чёткими блоками `if`, `while`, `for`.

Языки становились чище, код — структурированным. Но большинство были высокоуровневыми и не подходили для низкоуровневого системного программирования.

```
program HelloWorld;

begin
  writeln('Hello,
world!');
end.
```

```
10 PRINT "Hello, world!"
20 END
```

Много истории

Появление UNIX

— Bell Labs (часть AT&T) пытались участвовать в разработке Multics — масштабной ОС. Проект оказался перегруженным и сложным

— Разочарованные разработчики Кен Томпсон и Деннис Ритчи решили сделать свою ОС: простую, переносимую, компактную

— В 1969 году они разработали UNIX. Первая версия была написана Томпсоном на ассемблере для миникомпьютера PDP-7. Такая реализация была рабочей, но непереносимой

— Для облегчения программирования Томпсон создал язык B (упрощённый потомок BCPL (Basic Combined Programming Language)), но он имел ограничения по работе с типами данных и памятью, поэтому Деннис Ритчи в 1972 году разработал улучшенный язык — C. Были добавлены статическая типизация, указатели, структуры и операции с памятью.

Много истории

Революция

— Целью разработки C было создание переносимого языка низкого уровня, который позволял писать операционную систему, не привязывая код к конкретному железу, но при этом сохраняя контроль и эффективность, близкую к ассемблеру

— UNIX был постепенно переписан на C в 1973–1975 годах. Сначала частично (ядро), а позже почти полностью. Это сделало систему переносимой и стимулировало её распространение

— При этом C стал базовым языком для системного программирования, драйверов, компиляторов и операционных систем благодаря своей производительности, минималистичности и низкоуровневому контролю через указатели и управление памятью

— Влияние UNIX и C огромно: они заложили основы многих современных ОС (Linux, MacOS, Windows) и языков программирования (C++, Java, Python), а философия UNIX продолжает влиять на проектирование ПО

Где используется C

— Операционные системы: ядра Unix и Linux, части Windows и macOS.
— Системы управления базами данных: Oracle Database, MySQL, SQLite, Microsoft SQL Server, PostgreSQL.
— Компиляторы и инструменты разработки: GCC (GNU Compiler Collection).
— Графические библиотеки: OpenGL, DirectX.
— Doom, Quake, которые заложили основы 3D-графики.
— Научные программы: MATLAB и Mathematica используют C для вычислительных частей.
— Популярные языки программирования, которые изначально написаны на C или используют его компиляторы: C++, Objective-C, Python, Ruby, PHP, Perl и другие.
— Встраиваемые системы и драйверы устройств, где важна производительность и прямое управление оборудованием.

Достоинства и недостатки

Достоинства

Гибкость

Компактность

Переносимость

Эффективность

Мощность

Универсальность

Недостатки

Трудность в освоении

Отсутствие автоматического управления памятью

Слабая типизация

Первая программа

```c
#include <stdio.h>  // подключение библиотеки стандартного ввода/вывода

int main()          // основная функция программы
{
    puts("Hello, world!");
    return 0;
}
```

```
$ ./hello
Hello, world!
```

```c
// hello.c
#include <stdio.h>

int main() {
    printf("Hello, world!\n");
    return 0;
}
```

Препроцессор

```
# 1 "hello.c"
# 1 "/usr/include/stdio.h" 1 3 4

/* stdio.h - стандартный заголовок */
#ifndef _STDIO_H
#define _STDIO_H 1

typedef struct _IO_FILE FILE;

extern FILE *stdin;
extern FILE *stdout;
extern FILE *stderr;

extern int printf(const char *format, ...);

#endif /* _STDIO_H */……

# 2 "hello.c" 2

int main() {
    printf("Hello, world!\n");
    return 0;
}
```

Компилятор

```
    .file   "hello.c"
     .text
     .globl  main
     .type   main, @function
main:
    pushq   %rbp
    movq    %rsp, %rbp
    leaq    .L.str(%rip), %rdi
    call    printf
    movl    $0, %eax
    popq    %rbp
    ret
.L.str:
    .string "Hello, world!\n"
```

Ассемблер

```
0000000000000000 <main>:
   0:   55                      push   %rbp
   1:   48 89 e5                mov    %rsp,%rbp
   4:   48 8d 3d 00 00 00 00    lea    0x0(%rip),%rdi
   b:   e8 00 00 00 00          callq  10 <main+0x10>
  10:   b8 00 00 00 00          mov    $0x0,%eax
  15:   5d                      pop    %rbp
  16:   c3                      retq
```

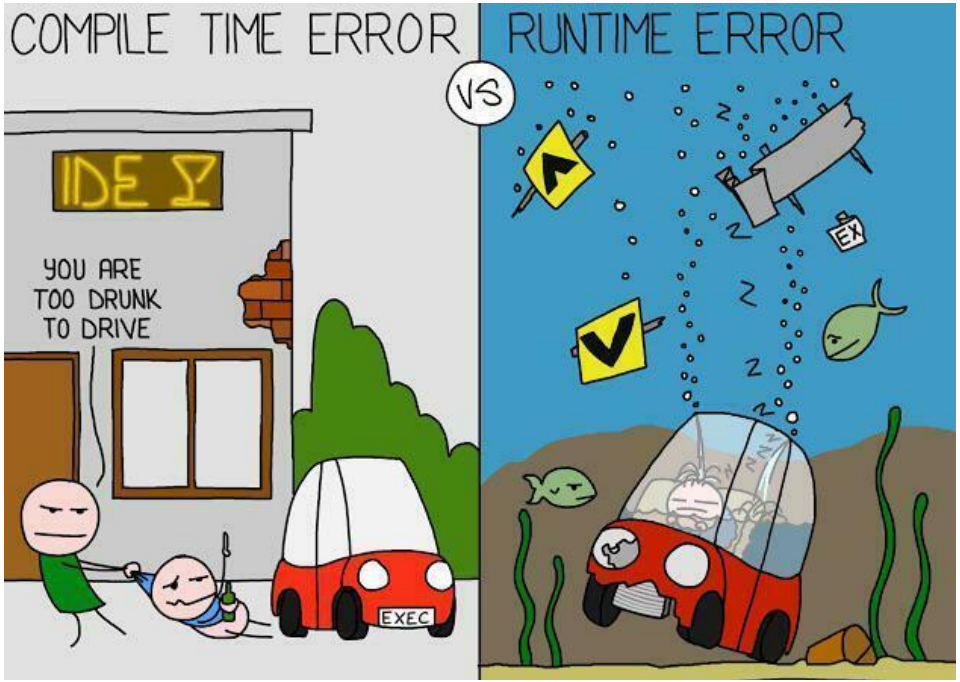
Линковщик

```
00000000  7f 45 4c 46 02 01 01 00  00 00 00 00 00 00 00 00  |.ELF............|
00000010  02 00 3e 00 01 00 00 00  00 00 40 00 00 00 00 00  |..>.......@.....|
00000020  00 00 00 00 00 00 00 00  00 00 00 00 40 00 38 00  |............@.8.|
...
```

Этапы жизненного цикла программы

build-time — до выполнения программы. Выполняются директивы препроцессора, компиляция программы, сборка исполняемого файла.

run-time — во время выполнения программы. Выделяется и инициализируется память, выполняется код программы.



`main`

- Любая программа на C содержит функцию `main`
- Функция `main` может быть в любом месте программы
- Выполнение любой программы начинается с функции `main`
- Функция `main` должна быть только одна

варианты объявления `main`

```
int main()
```

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

Тело функции

- Заключается в фигурные скобки
- Содержит операторы — инструкции для выполнения

```
{
    puts("Hello, world!");        // выводит “Hello, World!” в консоль
    return 0;
}
```

Комментарии

Однострочные (предпочтительнее)

```
//комментарий
```

Многострочные

```
/*комментарий на 1 строке
комментарий на 2 строке*/
```

Комментарии нужны

Заглавный комментарий. Размещайте заглавный комментарий, который описывает назначение файла, вверху каждого файла.

Заголовок функции. Разместите заголовочный комментарий на каждой функции вашего файла. Заголовок должен описывать поведение и/или цель функции.

Параметры / возврат. Если ваша функция принимает параметры, то кратко опишите их цель и смысл. Если ваша функция возвращает значение — кратко опишите, что она возвращает.

Комментарии на одной строке. Если внутри функции имеется секция кода, которая длинна, сложна или непонятна, то кратко опишите её назначение.

но…

Сложный код, написанный с использованием хитрых ходов, следует не комментировать, а переписывать!

Следует делать как можно меньше комментариев, делая код самодокументируемым путём выбора правильных имён и создания ясной логической структуры.

Переменные

Переменная — это именованная область памяти, предназначенная для хранения данных, которые могут изменяться в процессе работы программы.

- имя
- тип
- значение
- адрес
- время жизни
- область видимости

Идентификатор — это последовательность символов, используемая для обозначения одного из следующих элементов:

- Имени объекта или переменной
- Имени структуры или объединения
- Имени перечисленного типа
- Члена структуры, объединения или перечисления
- Функции
- Имени определения типа (typedef)
- Имени метки
- Имени макроса
- Параметра макроса

Соглашение по именованию

смешанный регистр, начиная с нижнего

по-английски

большая область видимости — длинное имя,
небольшая область видимости — короткое имя

Префикс `n` для количества объектов

Суффикс `No` для обозначения номера сущности

Префикс `is` только для логических переменных и методов (можно ещё `can`, `has`, `should`)

```
camelStyle;

averageTemperature;

nStudents;

invoiceNo;

isConnected;
```

Типы данных

определяет:

- как данные представлены в памяти
- объем памяти под данные
- множество значений величины этого типа
- операции и функции, применяемые к данным

Целочисленные типы

Тип	Минимальный размер (байт)	Диапазон значений (знаковый)	Диапазон значений (беззнаковый)
`char`	1	обычно от -128 до 127	от 0 до 255
`short`	2	от -32768 до 32767	от 0 до 65535
`int`	обычно 4	от -2,147,483,648 до 2,147,483,647	от 0 до 4,294,967,295
`long`	минимально 4	от -2^31 до 2,31 или от -2^63 до 2^63-1	от 0 до 2^32−1 или выше
`long long`	обычно 8	примерно от −9*10^18 до 9*10^18	от 0 до 2^64−1

Примеры

```
int a = -20;

unsigned int ub = 4000000000;

char letter = 'A';

char c = 65;

short temp = -32000;

int count = 100000;

unsigned int uCount = 5000000;

long long big = 1000000000000;
```

int

```
int a = -20;
```

- Переменная типа `int` хранит целое число.
- Компилятор выделяет под неё столько памяти, сколько нужно для хранения одного целого значения.
- Точные границы (int от ... до ...) зависят от компьютера, компилятора и ОС. Обычно `int` занимает 4 байта: от −2,147,483,648 до 2,147,483,647

- Знак числа хранится в старшем бите:
  `0` — положительное число (или ноль)
  `1` — отрицательное число
- Из-за этого отрицательных чисел на 1 меньше, чем положительных.

- Если увеличить максимальное значение, получится минимальное.
- Если уменьшить минимальное, получится максимальное.
- Тип `int` условно можно представить как сомкнутое кольцо чисел.

Числа с плавающей точкой

Тип	Размер (байт) может зависеть от платформы	Точность (знаков)
`float`	4	~6–7
`double`	8	~15–16
`long double`	8–16 (зависит от компилятора)	~18–21

float

Пример:

число: 5.75
в двоичном формате: 101.11
нормализованная двоичная форма:
1.0111×10^2

Знак = 0 (положительное)
Экспонента = 2 + 127 = 129 → 10000001
(со смещением на 127)
Мантисса = 01110000000000000000 (без первой единицы!)

01000000 10111000 00000000 00000000

Величина с модификатором типа float занимает 4 байта

1 бит отводится для знака

8 бит для экспоненты

23 бита для мантиссы

Старший бит мантиссы всегда равен 1, поэтому он не заполняется.

char

Тип `char` хранит один символ (букву, цифру, пробел и др.)

В памяти символы представлены в виде целых чисел

Соответствие символов и чисел задаётся таблицей кодировки, которая зависит от системы.

Самая распространённая таблица — ASCII.

Таблица ASCII содержит латинские буквы (прописные и строчные), цифры 0–9 и специальные символы.

Символ новой строки	`\n`
Горизонтальная табуляция	`\t`
Вертикальная табуляция	`\v`
Возврат на шаг	`\b`
Возврат каретки	`\r`
Обратная косая	`\\`
Одиночная кавычка (апостроф)	`\'`
Двойные кавычки	`\”`
Звонок	`\a`

Правила объявления переменных

```
double total = 0.0;

double speed = 3.0e8;

int nLines = 15, columnNo = 25;

int isEmpty = 0;
```

Хорошо!!!
Переменные инициализируются при объявлении

```
double total;

double speed;

int nLines, columnNo;

int isEmpty;
```

Плохо!!!
Объявление без инициализации

Модель памяти компьютера

- Память дискретна, состоит из отдельных байтов
- Каждый байт пронумерован, номер байта называется адресом
- Минимально доступный программисту участок памяти – один байт
- Переменная может занимать больше одного байта
- Обычная переменная не может занимать меньше одного байта
- Все байты, занимаемые переменной, идут подряд
- Адрес переменной – адрес старшего байта (или младшего)

Время жизни и область видимости

Время жизни – это время, в течение которого переменная связана с определенной областью памяти. Определяется классом памяти.

Может быть:

- локальным
- глобальным

Область видимости – это блок программы, из которого можно обратиться к переменной.

Может быть:

- блок
- функция
- файл
- вся программа

Область видимости и время жизни

```c
#include <stdio.h>

int main() {
     int x = 10;                    // переменная видна во всей функции main
     if (x > 5) {                   // всё хорошо: x видна во всей main
          int y = 20;               // y видна только внутри этого блока if
          printf("%d\n", y);        // работает
     }                              // переменная y уничтожается (время жизни закончилось)
     printf("%d\n", y);             // ❌ ошибка: y здесь не видна
     printf("%d\n", x);             // всё хорошо: x видна во всей main
     return 0;
}
```

Ввод и вывод

- В C нет встроенных средств ввода/вывода
- Для ввода/вывода используются функции стандартных библиотек
- Стандартное устройство ввода – клавиатура (stdin)
- Стандартное устройство вывода – терминал (stdout)

Функции ввода

- `scanf(<шаблон>, <адреса>)`
- `getchar()`
- `gets(<адрес>)`

- `fscanf(<поток>, <шаблон>, <адреса>)`
- `fgetc(<поток>)`
- `fgets(<адрес>, <размер>, <поток>)`

Функции вывода

- `printf(<шаблон>, <данные>)`
- `putchar(<символ>)`
- `puts(<строка>)`

- `fprintf(<поток>, <шаблон>, <данные>)`
- `fputc(<символ>, <поток>)`
- `fputs(<строка>, <поток>)`

Получение данных от пользователя

```c
int a = 0, b = 0;
float f = 0.0;
double d = 0.0;
scanf("%d %d %f %lf", &a,
&b, &f, &d);
```

Вводит `int`, `float`, `double` — Хорошо

```c
#define SIZE 256
char str[SIZE] = {0};
fgets(str, SIZE, stdin);
```

Указан размер, защита от переполнения — Хорошо

```c
#define SIZE 256
char str[SIZE] = {0};
gets(str);
```

Может выйти за границы массива — Плохо

```c
#define SIZE 256
char str[SIZE] = {0};
scanf("%s", str);
```

Чтение до первого пробела, возможен ввод не всей строки — Плохо

Основные шаблоны функции `scanf`

`%c`	Ввод **одного символа**
`%d`	Ввод **десятичного целого числа** (со знаком)
`%u`	Ввод **беззнакового целого числа**
`%i`	Ввод **десятичного числа**, также понимает `0` и `0x`
`%o`	Ввод **восьмеричного числа**
`%x`	Ввод **шестнадцатеричного числа**
`%lld`	Ввод числа типа **`long long`**
`%f`	Ввод числа с плавающей точкой типа **`float`**
`%lf`	Ввод числа с плавающей точкой типа **`double`**
`%s`	Ввод **строки до первого пробела или табуляции**

```c
int a = 0;
unsigned int b = 0;
char ch = ' ';
scanf("%d %u %c", &a, &b, &ch);
```

```c
float f = 0.0;
double d = 0.0;
scanf("%f %lf", &f, &d);
```

Программа-приветствие пользователю

```c
#include <stdio.h>
#define SIZE 100

int main() {
    char str[SIZE] = {0};
    puts("What's your name?");
    fgets(str, SIZE, stdin);
    printf("Hello, %s!\n", str);
    return 0;
}
```

Работа программы:

```
What's your name?
Alice

Hello, Alice!
```