Процедурное программирование на языке C++

Виталий Полянский,
преподаватель кафедры
«Разработка программного обеспечения»
Одесского филиала Компьютерной Академии ШАГ

Алгоритм – последовательность действий, направленных на достижение конкретного результата

Программа – последовательность команд (инструкций), выполняемых процессором и описывающих алгоритм на языке программирования

Данные – информация, которая обрабатывается в процессе выполнения программы

Современные языки программирования

Машинный код

Ассемблерный код

```
cs:010A 55          push    bp
cs:010B 89E5        mov     bp,sp
cs:010D 83EC04      sub     sp,0004
cs:0110 51          push    cx
cs:0111 8B4E04      mov     cx,[bp+04]
cs:0114 E31F        jcxz    0135
cs:0116 49          dec     cx
cs:0117 7417        je      0130
cs:0119 51          push    cx
cs:011A E8EDFF      call    010A
cs:011D 8946FC      mov     [bp-04],ax
cs:0120 8956FE      mov     [bp-02],dx
cs:0123 49          dec     cx
cs:0124 51          push    cx
cs:0125 E8E2FF      call    010A
cs:0128 0346FC      add     ax,[bp-04]
cs:012B 1356FE      adc     dx,[bp-02]
cs:012E EB08        jmp     0138
cs:0130 B80100      mov     ax,0001
cs:0133 EB02        jmp     0137
cs:0135 31C0        xor     ax,ax
cs:0137 99          cwd
cs:0138 59          pop     cx
cs:0139 C9          leave
cs:013A C20200      ret     0002
```

Код на языке С

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

void main()
{
    char arr[101];
    int help = 0;
    int i = 0;

    scanf("%s", &arr);
    printf("Before: %s\n", arr);

    while(arr[i])
    {
        if((arr[i] < '0') || (arr[i] > '9'))
        {
            for(int j = i; arr[j]; j++)
                arr[j] = arr[j + 1];
            i = 0;
        }
        i++;
    }
    printf("After: %s", arr);
}
```

Код на языке C#

```
public class Books
{
  public static IEnumerable<Book> GetBooks()
  {
    var books = new List<Book>();

    // Book loading would go here...

    return books;
  }
}
```

Основные преимущества языков низкого уровня

- Прямой доступ к аппаратным ресурсам
- Малый размер исполняемого файла
- Высокая скорость выполнения

Основной недостаток языков низкого уровня – сложность программирования из-за огромных размеров исходного кода

Главное преимущество языков высокого уровня – быстрота разработки сложных программных продуктов

Основные недостатки языков высокого уровня

- Ограниченный доступ к аппаратным ресурсам
- Большой размер исполняемого файла
- Сравнительно невысокая скорость

Основные этапы разработки программы

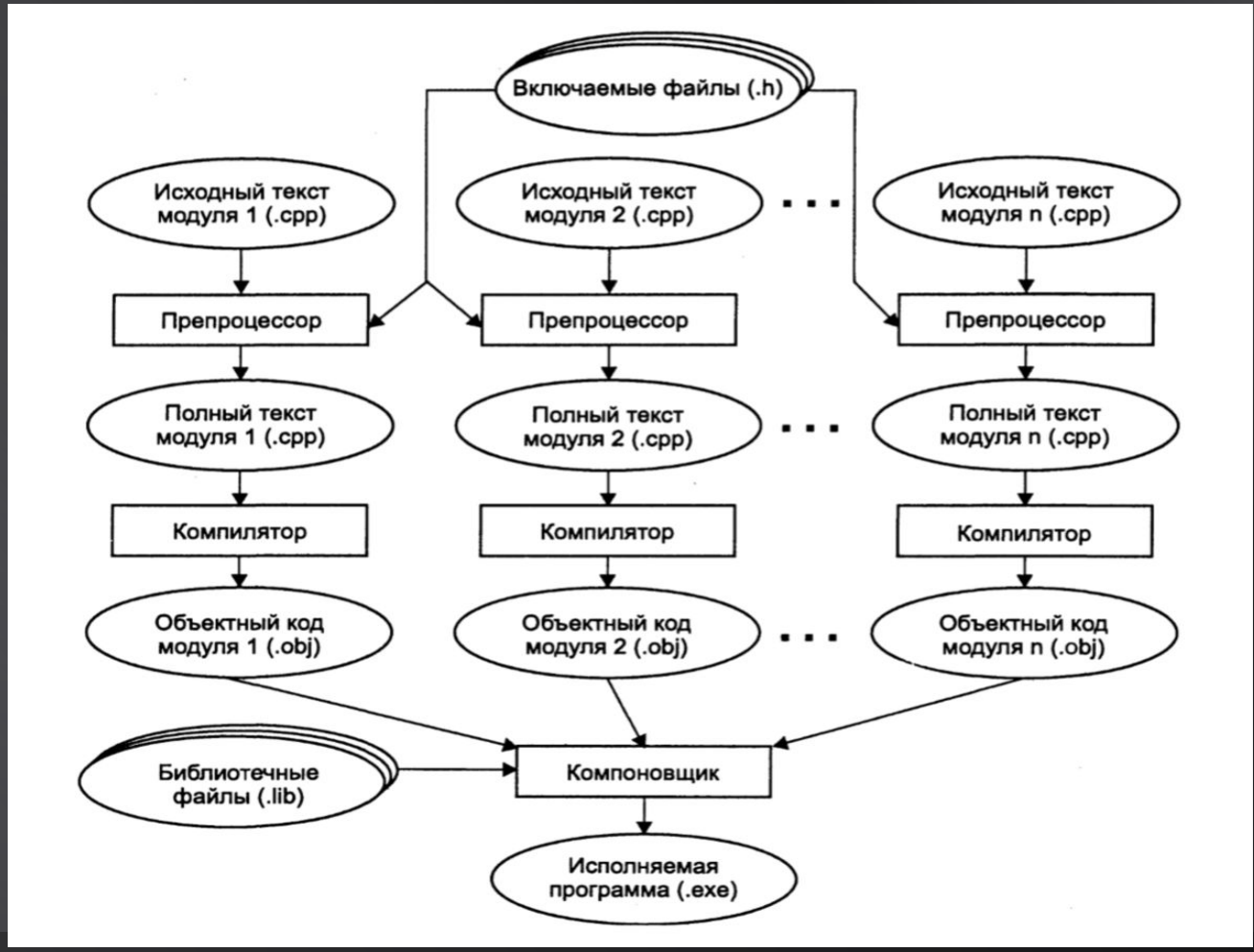
- Постановка задачи
- Проектирование
- Кодирование

На этапе постановки задачи программист выясняет у заказчика требования к программе

На этапе проектирования программист выбирает алгоритм для написания программы

На этапе кодирования программист переводит алгоритм на какой-либо язык программирования

Этапы создания исполняемого файла (.exe)



Препроцессор включает в исходный текст программы заголовочные файлы, содержащие описания используемых элементов

Компилятор выявляет синтаксические ошибки и, в случае их отсутствия, строит объектный модуль (.obj)

Компоновщик формирует исполняемый модуль программы (.exe) из объектных модулей (.obj) и библиотечных файлов (.lib)

Литералы

- Строковый
- Символьный
- Целочисленный
- Вещественный
- Логический

Строковый литерал – последовательность символов, заключенная в двойные кавычки

“The C++ Programming Language”

Символьный литерал – одиночный символ, заключенный в одинарные кавычки

‘!’ ‘A’ ‘8’

Целочисленный литерал – любое положительное или отрицательное целое число

-15 100 0xFF

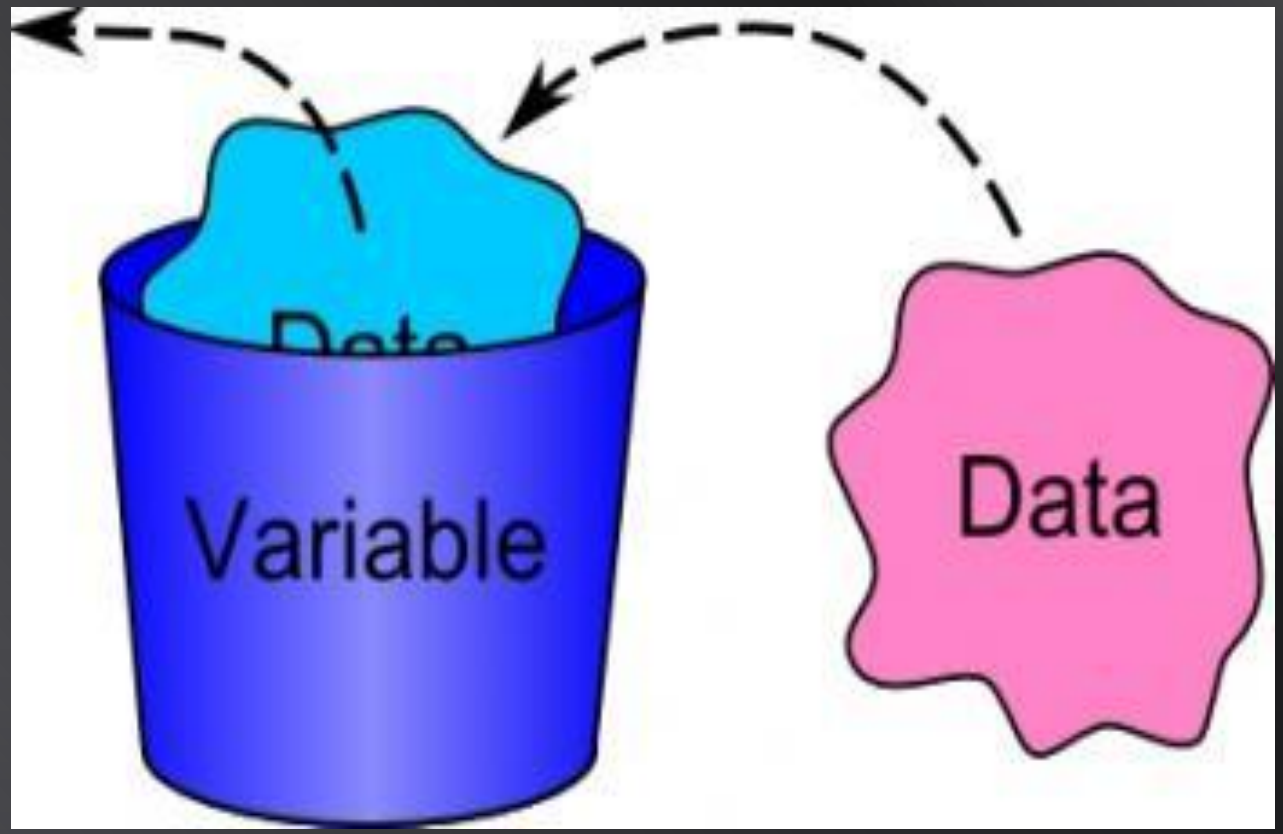
Вещественный литерал – дробное число, представленное в форме с десятичной точкой либо в экспоненциальной форме

-5.7 5e10 11e-3

Логический литерал

- true (истина)
- false (ложь)

Понятие переменной



Переменная – именованная область оперативной памяти, предназначенная для хранения изменяемого значения указанного типа

Типы данных

- Целочисленный
- Символьный
- Вещественный
- Логический

Целочисленные типы

- signed short (2 байта)
  -32768 … 32767
- unsigned short (2 байта)
  0 … 65535
- signed int (4 байта – равен размеру машинного слова)
  -2 147 483 648 … 2 147 483 647

Целочисленные типы

- unsigned int (4 байта – равен размеру машинного слова)
  0 … 4 294 967 295
- signed long (4 байта)
  -2 147 483 648 … 2 147 483 647
- unsigned long (4 байта)
  0 … 4 294 967 295

Целочисленные типы

- signed long long (8 байт)
  -9 223 372 036 854 775 808 …
  9 223 372 036 854 775 807
- unsigned long long (8 байт)
  0 … 18 446 744 073 709 551 615

Тип данных **int** строго не определён стандартом языка и должен быть равен размеру **машинного слова**

Размер машинного слова определяется архитектурой (разрядностью) операционной системы

Однако в соответствии со стандартом языка тип данных **int** не должен быть меньше **short** (2 байта) и не должен превышать **long** (4 байта)

Символьные типы

- signed char(1 байт)
  -128 … 127
- unsigned char (1 байт)
  0 … 255

Тип данных **char** представляет один символ в кодировке ASCII

ASCII (**American standard code for information interchange**) — название таблицы (кодировки), в которой символам сопоставлены числовые коды

Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ	Код	Символ
0		43	+	86	V	128	А	171	л	214	╓
1	☺	44	,	87	W	129	Б	172	м	215	╫
2	☻	45	-	88	X	130	В	173	н	216	╪
3	♥	46	.	89	Y	131	Г	174	о	217	┘
4	♦	47	/	90	Z	132	Д	175	п	218	┌
5	♣	48	0	91	[	133	Е	176	░	219	▉
6	♠	49	1	92	\	134	Ж	177	▒	220	▄
7	•	50	2	93	]	135	З	178	▓	221	▌
8	◘	51	3	94	^	136	И	179	│	222	▐
9		52	4	95	_	137	И	180	┤	223	▀
10		52	5	96	`	138	К	181	╡	224	р
11	♂	54	6	97	a	139	Л	182	╢	225	с
12	♀	55	7	98	b	140	М	183	╖	226	т
13		56	8	99	c	141	Н	184	╕	227	у
14	♫	57	9	100	d	142	О	185	╣	228	ф
15	☼	58	:	101	e	143	П	186	║	229	х
16	►	59	;	102	f	144	Р	187	╗	230	ц
17	◄	60	<	103	g	145	С	188	╝	231	ч
18	↕	61	=	104	h	146	Т	189	╜	232	ш
19	‼	62	>	105	i	147	У	190	╛	233	щ
20	¶	63	?	106	j	148	Ф	191	┐	234	ъ
21	§	64	@	107	k	149	Х	192	└	235	ы
22	▬	65	A	108	l	150	Ц	193	┴	236	ь
23	↨	66	B	109	m	151	Ч	194	┬	237	э
24	↑	67	C	110	n	152	Ш	195	├	238	ю
25	↓	68	D	111	o	153	Щ	196	─	239	я
26	→	69	E	112	p	154	Ъ	197	┼	240	Е
27	←	70	F	113	q	155	Ы	198	╞	241	ё
28	∟	71	G	114	r	156	Ь	199	╟	242	Є
29	↔	72	H	115	s	157	Э	200	╚	243	є
30	▲	73	I	116	t	158	Ю	201	╔	244	I
31	▼	74	J	117	u	159	Я	202	╩	245	ї
32		75	K	118	v	160	а	203	╦	246	У
33	!	76	L	119	w	161	б	204	╠	247	ў
34	"	77	M	120	x	162	в	205	═	248	°
35	#	78	N	121	y	163	г	206	╬	249	·
36	$	79	O	122	z	164	д	207	╧	250	·
37	%	80	P	123	{	165	е	208	╨	251	√
38	&	81	Q	124	|	166	ж	209	╤	252	№
39	‘	82	R	125	}	167	з	210	╥	253	¤
40	(	83	S	126	~	168	и	211	╙	254	■
41	)	84	T	127	⌂	169	й	212	╘	255	
42	*	85	U			170	к	213	╒		

Например, символу ‘D’ соответствует ASCII-код 68, а символу ‘d’ – ASCII-код 100

Вещественные типы

- float (4 байта)
  3.4E-38 … 3.4E+38
- double (8 байт)
  1.7E-308 … 1.7E+308

Логический тип

- bool (1 байт)
  true false

Для того чтобы использовать в программе переменную, ее необходимо объявить

Синтаксис объявления переменных:

тип_переменной имя_переменной;

Имя переменной называется **идентификатором**

Правила именования идентификаторов:

- Имя переменной не может начинаться с цифры
- Имя переменной может содержать буквы, цифры и знак подчеркивания «_»
- Имя переменной не может являться ключевым или служебным словом
- Имя переменной должно быть уникальным
- Имя переменной должно быть

```
// Объявление одной переменной
int nCount = 0;

// Объявление нескольких переменных
double dblNumber1, dblNumber2, dblNumber3;

// Инициализация - присвоение значения на этапе объявления.
char chSymbol1 = 'w';

// Списковая инициализация переменной
char chSymbol2{ 's' };
```

Константа –
именованная область оперативной памяти, предназначенная для хранения постоянного значения указанного типа

Синтаксис объявления константы:

const тип_константы имя_ константы = значение;

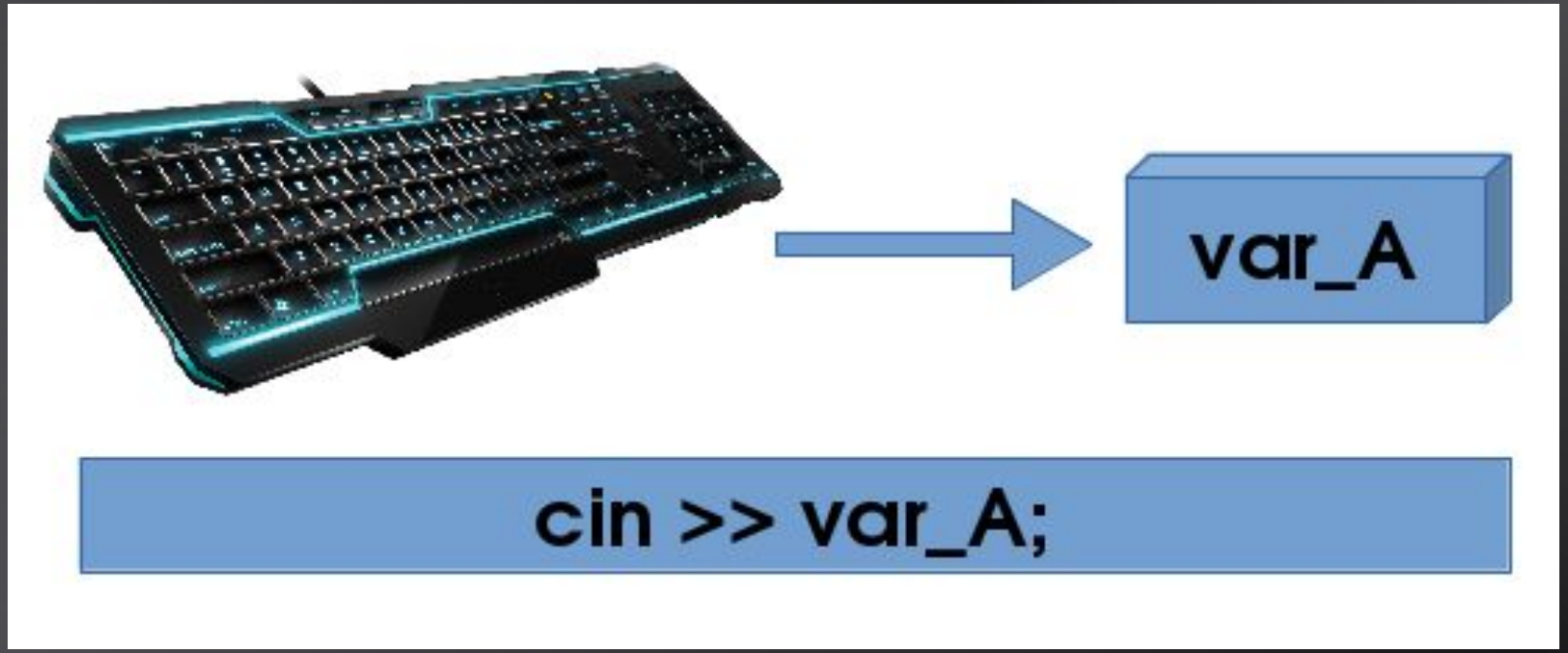
```
const double PI = 3.14159265;
```

Литералы, рассмотренные ранее, представляют собой **константы**, непосредственно включаемые в текст программы

Литералы отличаются от констант тем, что они не имеют идентификаторов

```
const double PI = 3.14159265;

cout << "PI = " << PI; // константа

cout << "PI = " << 3.14159265; // литерал
```

Ввод данных



Синтаксис ввода данных:

cin >> имя_переменной;

```
int nValue;
cout << "Enter number: ";
cin >> nValue;

float fltNumber1, fltNumber2;
cout << "Enter two numbers: ";
cin >> fltNumber1 >> fltNumber2;
```

Понятие оператора

Оператор – это конструкция языка программирования, которая выполняет определённое действие над аргументами (операндами)

Операнд - это аргумент оператора, то есть то значение, над которым оператор выполняет действие

В зависимости от количества операндов операторы бывают:

- Унарные
- Бинарные
- Тернарные

Оператор присваивания

Синтаксис оператора присваивания:

имя_переменной = выражение;

```
int nResult;
nResult = 4;

cout << "nResult = " << nResult << endl;

int nValue = 1;
nResult = nValue;

cout << "nResult = " << nResult << endl;
```

Множественные присваивания - присваивания одного и того же значения нескольким переменным одновременно

```
double dblNumber1;
double dblNumber2;
dblNumber1 = dblNumber2 = 3.5;

cout << "dblNumber1 = " << dblNumber1 << endl;
cout << "dblNumber2 = " << dblNumber2 << endl;
```

Арифметические операторы

- Оператор сложения (бинарный)
- Оператор вычитания (бинарный)
- Оператор умножения (бинарный)
- Оператор деления (бинарный)

Арифметические операторы

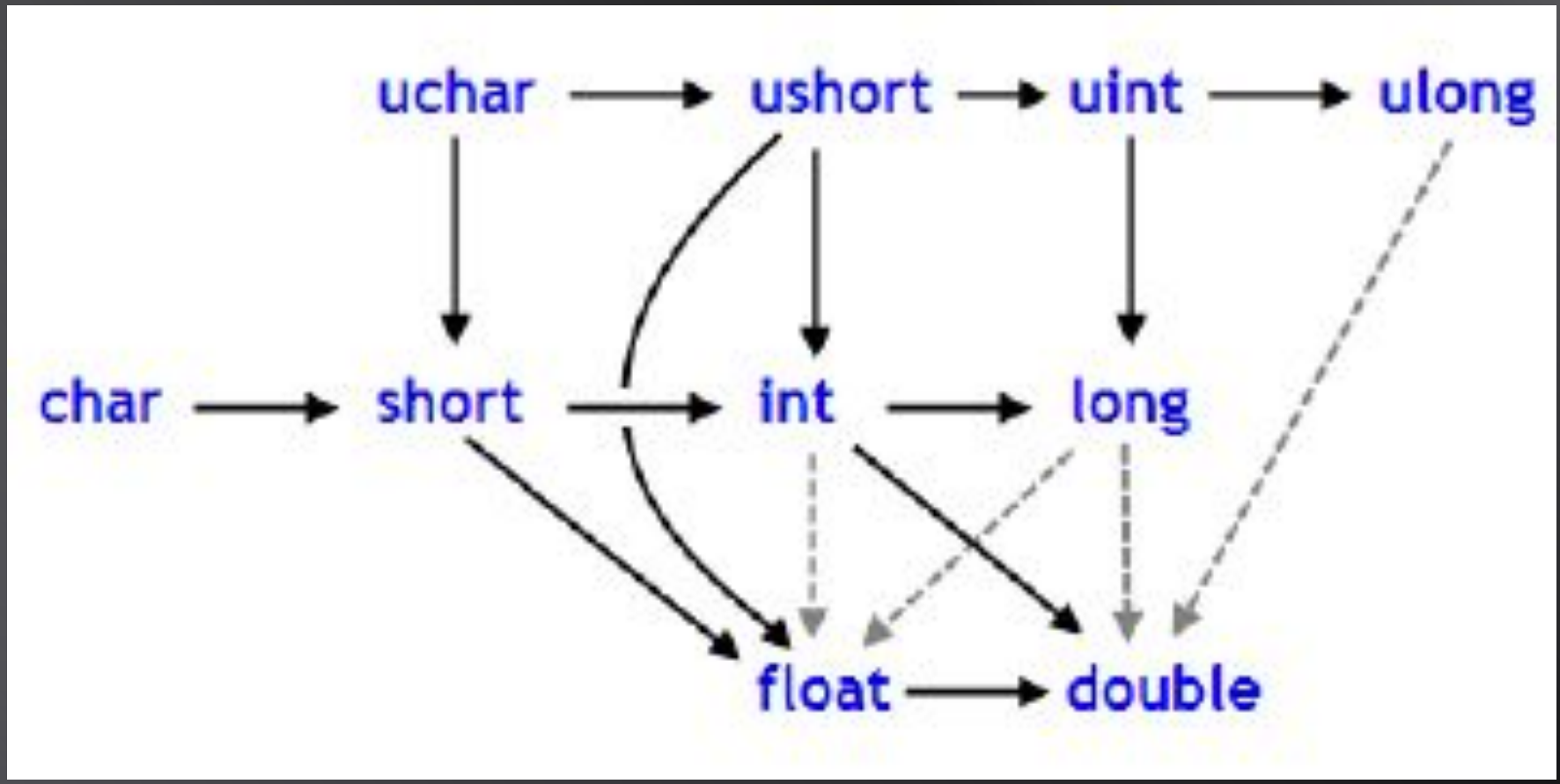
- Оператор остаток от деления (бинарный)
- Оператор минус (унарный)
- Оператор инкремент (унарный)
- Оператор декремент (унарный)

Сокращённые формы операторов:

+= -= *= /= %=

```
a += b; // То же самое, что a = a + b.
a -= b; // То же самое, что a = a - b.
a *= b; // То же самое, что a = a * b.
a /= b; // То же самое, что a = a / b.
a %= b; // То же самое, что a = a % b.
```

Приведение типов



Выражение –
конструкция, состоящая из операндов, объединенных знаками операций

Результат вычисления выражения характеризуется значением и типом

В выражение могут входить операнды различных типов

Если операнды имеют одинаковый тип, то результат операции будет иметь тот же тип

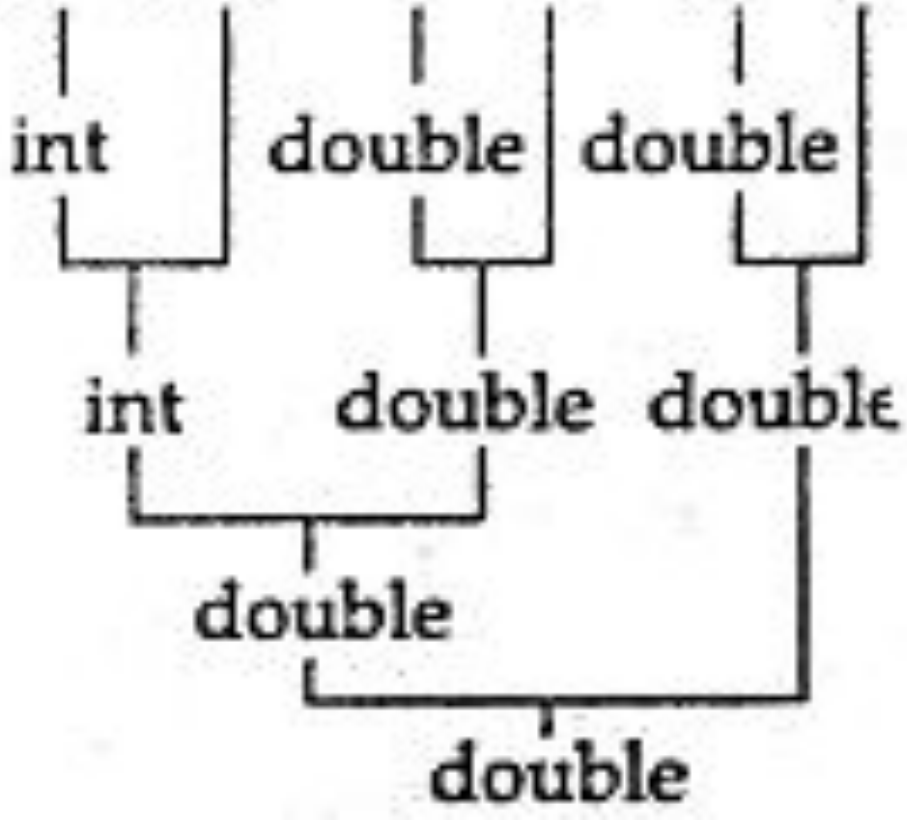
```
int number1 = 7;
int number2 = 2;
int nAddition = number1 + number2;
cout << "Result = " << nAddition << endl;
```

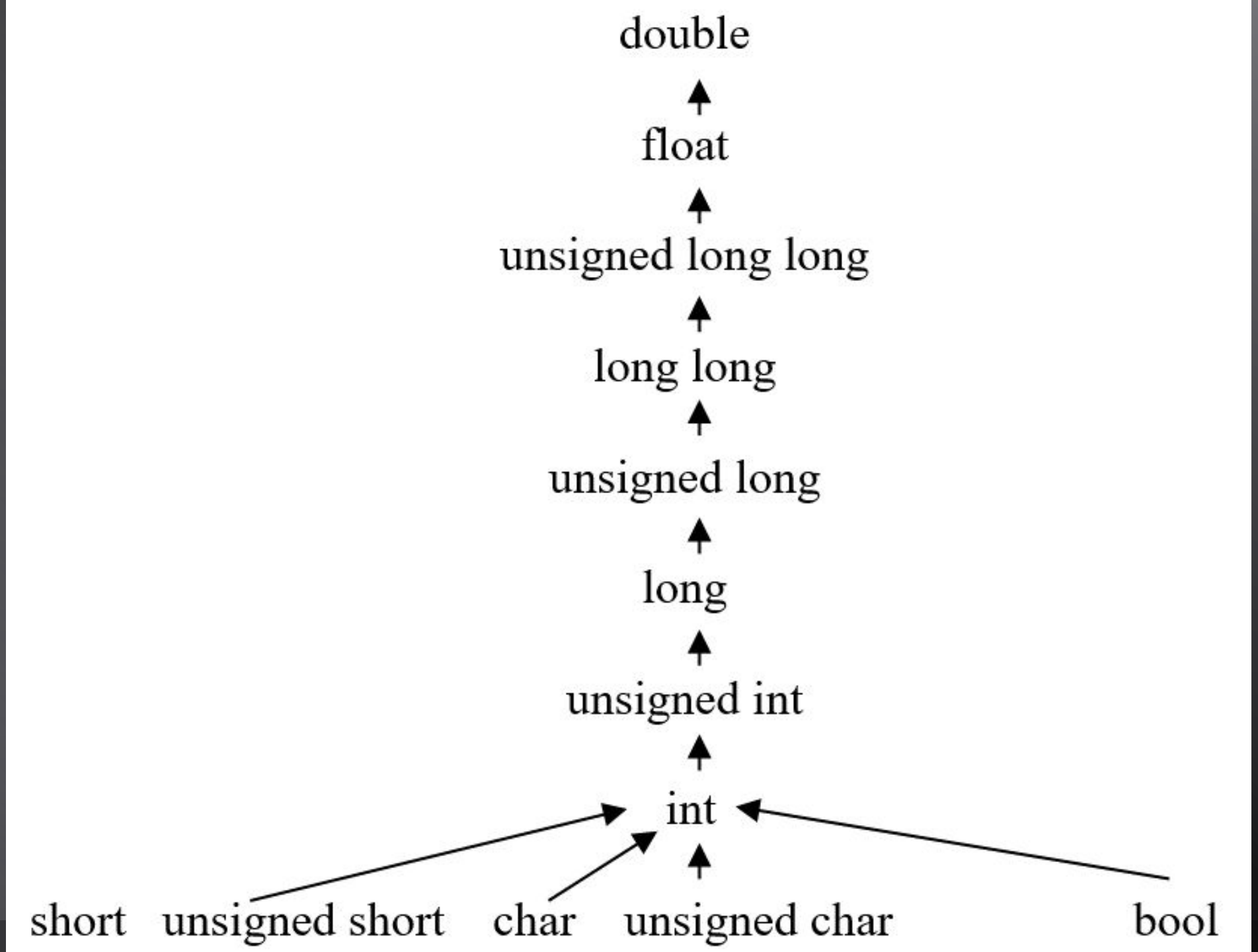
Если операнды разных типов, то они должны быть приведены к одному типу перед вычислением выражения

В этом случае выполняется неявное (автоматическое) расширяющее преобразование типов операндов по определенным правилам

Эти правила обеспечивают преобразование более коротких типов в более длинные для сохранения значимости и точности

```
char ch;
int i;
float f;
double d;

result = (ch / i) + (f * d)-(f + i);
```




double
float
unsigned long long
long long
unsigned long
long
unsigned int
int
short
unsigned short
char
unsigned char
bool

Неявное расширяющее преобразование типа может также происходить при присваивании переменной результата выражения

```
long long result;
result = 'A' + true + 2;
```

Неявное преобразование типа при присваивании переменной результата выражения может быть сужающим

```
int Radius;
Radius = 3.5;
```

Сужающие преобразования бывают:

- с потерей точности (данных)
- с переполнением разрядной сетки
- с изменением интерпретации внутреннего представления данных

Приведение типов может быть явным

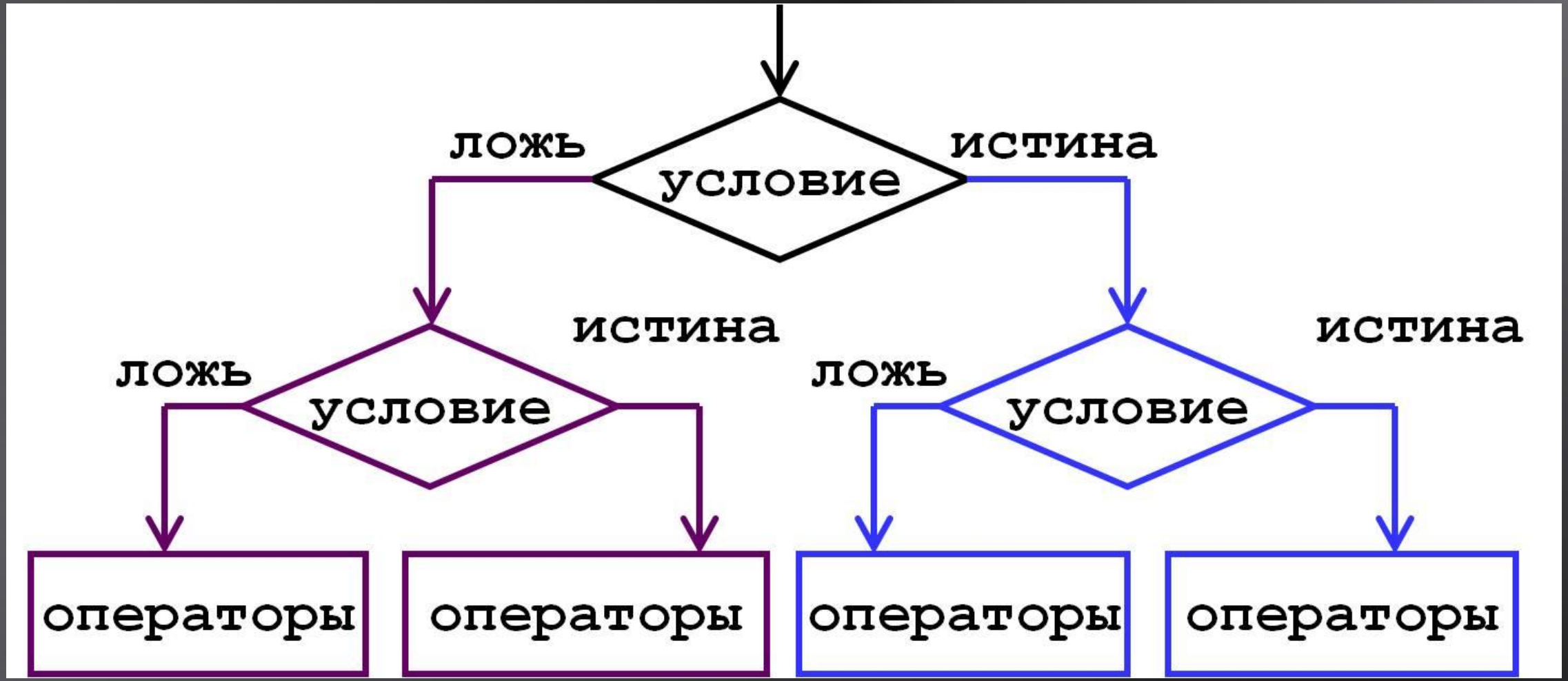
Явное приведение типов указывается программистом в коде программы

Синтаксис явного приведения типа:

(тип) выражение;

```
// Сужающее преобразование типов
short nSmall = 1;
int nBig = 2;

nSmall = short(nBig);

// Расширяющее преобразование типов
float fltSmall = 0.4f;
double dblBig = 4.4;

dblBig = (double)fltSmall;
```

Структура ветвления



Операторы отношения

- == (равно)
- != (не равно)
- > (больше)
- >= (больше либо равно)
- < (меньше)
- <= (меньше либо равно)

Операторы отношения предназначены для составления логических выражений

Результат вычисления любого логического выражения – ИСТИНА или ЛОЖЬ

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

int main()
{
    int a = 10, b = 5;
    bool result;
    result = a == b;    // false
    result = a != b;    // true
    result = a > b;     // true
    result = a >= b;    // true
    result = a < b;     // false
    result = a <= b;    // false

    return 0;
}
```

Логические операторы

- && (логическое умножение, логическое И)
- || (логическое сложение, логическое ИЛИ)
- ! (логическое отрицание, логическое НЕ)

Логические операторы предназначены для объединения логических выражений

Логические операции:

&& - логическое И (AND),

|| - логическое ИЛИ (OR),

! - логическое НЕ (NOT).

A	B	A&&B	A||B	!A
true	true	true	true	false
true	false	false	true	false
false	true	false	true	true
false	false	false	false	true

Логическое «ИЛИ»

```
5 == 5 || 5 == 9
// true, потому что первое выражение
true
5 > 3 || 5 > 10
// true, потому что первое выражение
true
5 > 8 || 5 < 10
// true, потому что второе выражение
true
5 < 8 || 5 > 2
// true, потому что оба выражения true
```

Логическое «И»

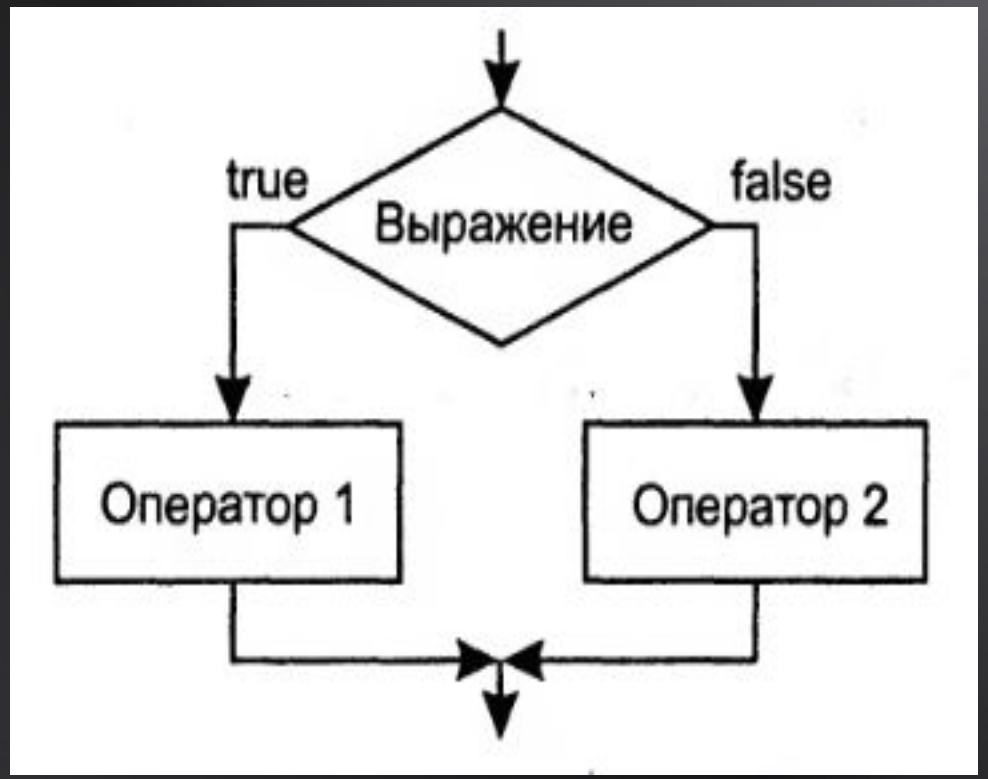
```
5 == 5 && 4 == 4
// true, потому что оба выражения true
5 == 3 && 4 == 4
// false, потому что первое выражение
false
5 > 3 && 5 > 10
// false, потому что второе выражение
false
5 < 8 && 5 > 2
// true, потому что оба выражения true
5 > 8 && 5 < 2
```

Логическое «НЕ»

```
!(10 != 10)
// true, потому что выражение false
!(5 > 3)
// false, потому что выражение true
```

Оператор ветвления «if»

```
if (выражение)
{
    // оператор_1;
}
else
{
    // оператор_2;
}
```



Оператор ветвления «if»

```
if (выражение)
{
    // оператор;
}
```

Оператор ветвления «if»

```
if (выражение_1)
{   // оператор_1;    }
else if (выражение_2)
{   // оператор_2;     }
else
{  // оператор_3;      }
```

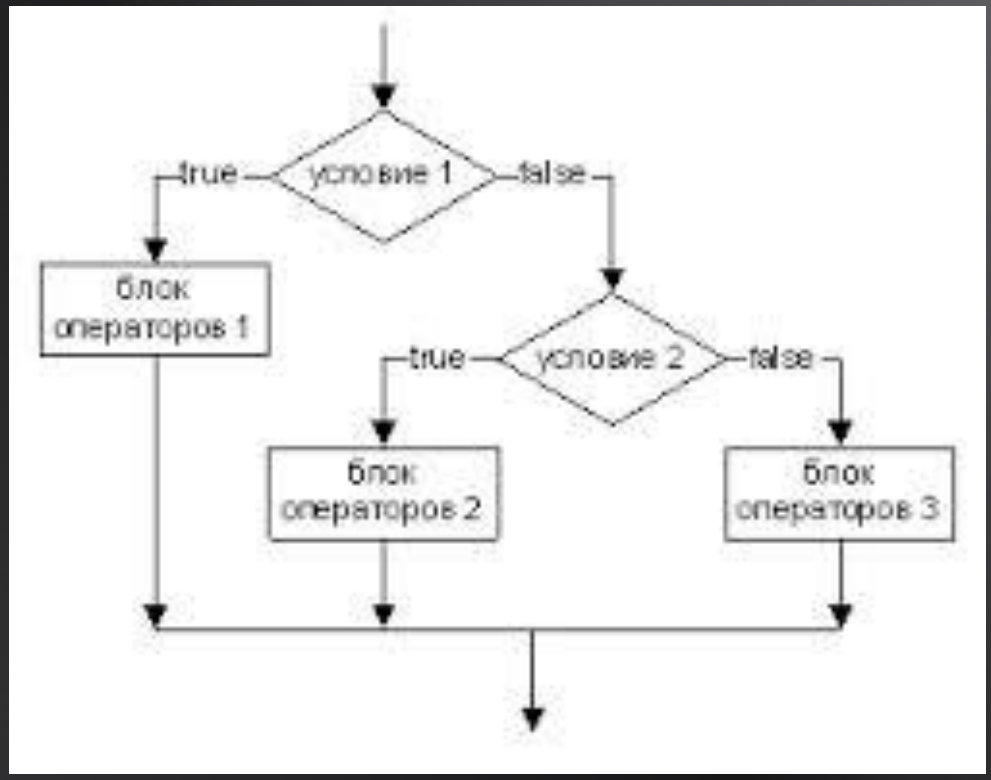


Таблица приоритетов операций

Приоритет	Оператор	Описание
1	::	Область видимости
2	++ --	Суффиксальный/постфиксный инкремент и декремент
	()	Вызов функции
	[]	Обращение к массиву по индексу
	.	Выбор элемента по ссылке
	–>	Выбор элемента по указателю
3	++ --	Префиксный инкремент и декремент
	+ –	Унарный плюс и минус
	! ~	Логическое НЕ и побитовое НЕ
	(*type*)	Приведение к типу type
	*	Indirection (разыменование)
	&	Адрес
	sizeof	Размер
	new, new[]	Динамическое выделение памяти
	delete, delete[]	Динамическое освобождение памяти
4	.* ->*	Указатель на член
5	* / %	Умножение, деление и остаток
6	+ –	Сложение и вычитание
7	<< >>	Побитовый сдвиг влево и сдвиг вправо
8	< <=	For relational operators < and ≤ respectively
	> >=	For relational operators > and ≥ respectively
9	== !=	For relational = and ≠ respectively
10	&	Побитовое И
11	^	Побитовый XOR (исключающее или)
12	|	Побитовое ИЛИ (inclusive or)
13	&&	Логическое И
14	||	Логическое ИЛИ
15	?:	Тернарное условие
	=	Прямое присваивание (предоставляемое по умолчанию для C++ классов)
	+= -=	Присвоение с суммированием и разностью
	*= /= %=	Присвоение с умножением, делением и остатком от деления
	<<= >>=	Assignment by bitwise left shift and right shift
	&= ^= |=	Assignment by bitwise AND, XOR, and OR
16	throw	Throw оператор (выброс исключений)
17	,	Запятая

Структура повторения

Структура повторения позволяет программисту определить действие, которое должно повторяться, пока некоторое условие остается истинным

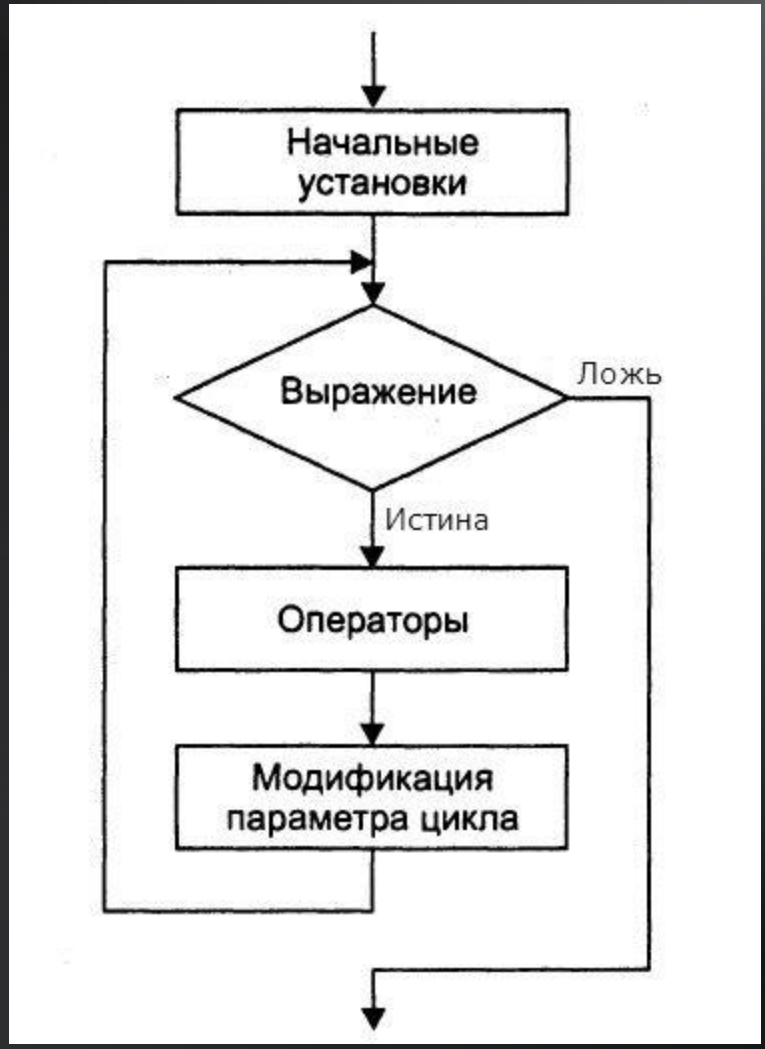
В языке программирования C++ структура повторения реализуется с помощью оператора цикла

Виды циклов

- Цикл с предусловием (while)
- Цикл с постусловием (do while)
- Параметрический цикл (for)

Цикл с предусловием while

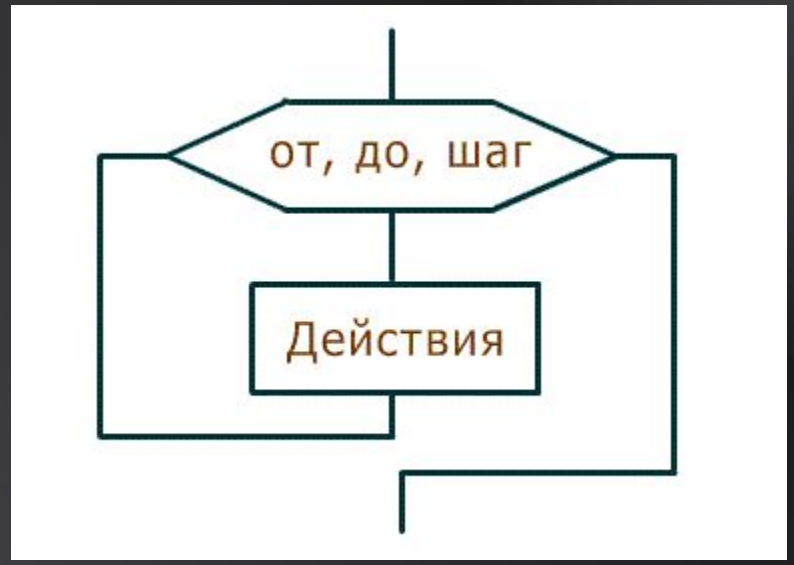
```
while (выражение)
{
    // оператор
        // или группа
        //  операторов
}
```



Цикл с постусловием do while

```
do
{
    // оператор
        // или группа
        //  операторов
}
while (выражение);
```

Параметрический цикл for



Массивы

Массив –
это совокупность элементов, объединенных под общим именем и имеющих один и тот же тип данных

Каждый элемент массива является самостоятельной единицей и представляет собой переменную или константу

Все элементы массива располагаются в памяти последовательно друг за другом и имеют свой индекс – смещение относительно начала массива

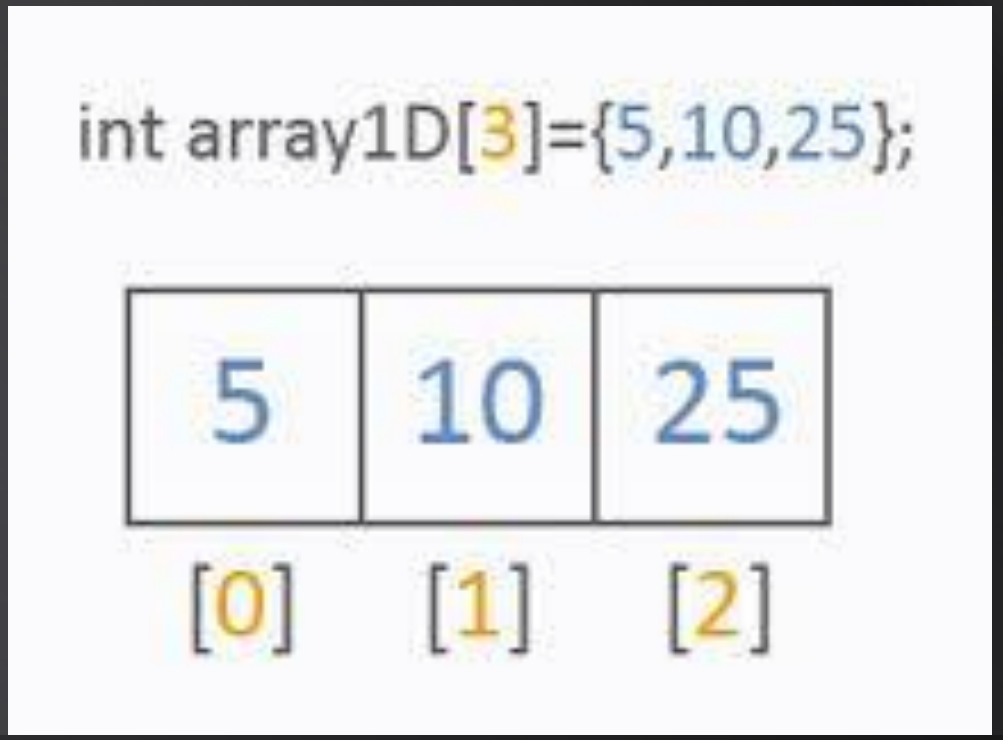
Объявление массива

Синтаксис объявления массива:
тип_данных имя_массива[количество_элементов];

```
int numbers[4];

const int nSize = 6;
double arr[nSize];
```

Инициализация массива

тип_данных имя_массива[количество элементов] = {значение1, значение2, ... значение n};



Количество элементов массива можно не указывать. Размер массива определяется исходя из числа элементов в списке инициализации.

```
int arrayInit[] = { 2, 33, 4 };  // массив из трех элементов
```

Если значений в списке инициализации меньше чем количество элементов массива, то оставшиеся значения автоматически заполняются нулями

```
int arr[6] = { 1, 2, 3 };
// такая запись эквивалентна записи:
int arr[6] = { 1, 2, 3, 0, 0, 0 };
```

Если значений в списке инициализации больше чем количество элементов массива, то происходит ошибка на этапе компиляции

```
// int arr[2] = {1, 2, 3}; // Ошибка на этапе компиляции
```

Расположение массива в памяти

Формула, согласно которой производится позиционирование по массиву:

базовый адрес + размер базового типа * индекс;

Операция индексирования массива

Запись значения в массив:

имя_массива[индекс_элемента] = значение;

Получение значения из массива:

cout << имя_массива[индекс_элемента];

```
const int nArraySize = 3;
int ar[nArraySize];
ar[1] = 7;
cout << ar[1] << endl;
```

Большинство операций с массивами разумно проводить с помощью итерационных (переборных) циклов, по очереди перебирая элементы

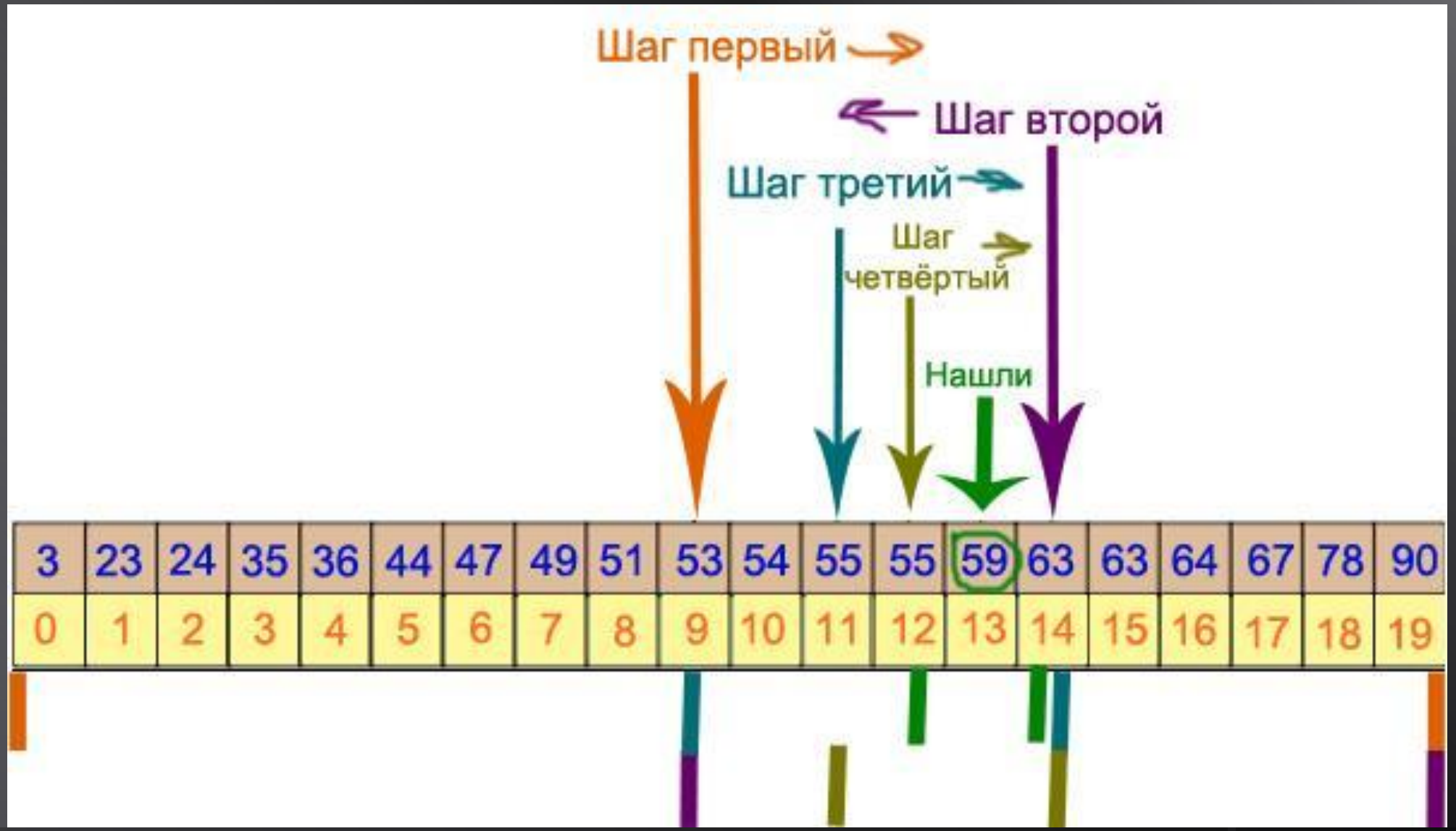
Циклическая обработка массива

```
#include <iostream>

using namespace std;

void main()
{
    const int SIZE = 5;
    int arr[SIZE];
    for (int i = 0; i < SIZE; i++)
    {
        cout << "Enter value at index " << i << " ";
        cin >> arr[i];
    }
    cout << endl;
    for (int i = 0; i < SIZE; i++)
    {
        cout << "array[" << i << "] = " << arr[i] << endl;
    }
}
```

Линейный поиск элемента в массиве

42	67	93	11	05	18	12	88	26	02
18									
42	67	93	11	05	18	12	88	26	02
	18								
42	67	93	11	05	18	12	88	26	02
		18							
42	67	93	11	05	18	12	88	26	02
			18						
42	67	93	11	05	18	12	88	26	02
				18					
42	67	93	11	05	18	12	88	26	02
					18				

Бинарный поиск элемента в массиве



Сортировка массива прямым обменом (метод «пузырька»)

Сортировка массива прямыми вставками