

Основы алгоритмизации и программирования

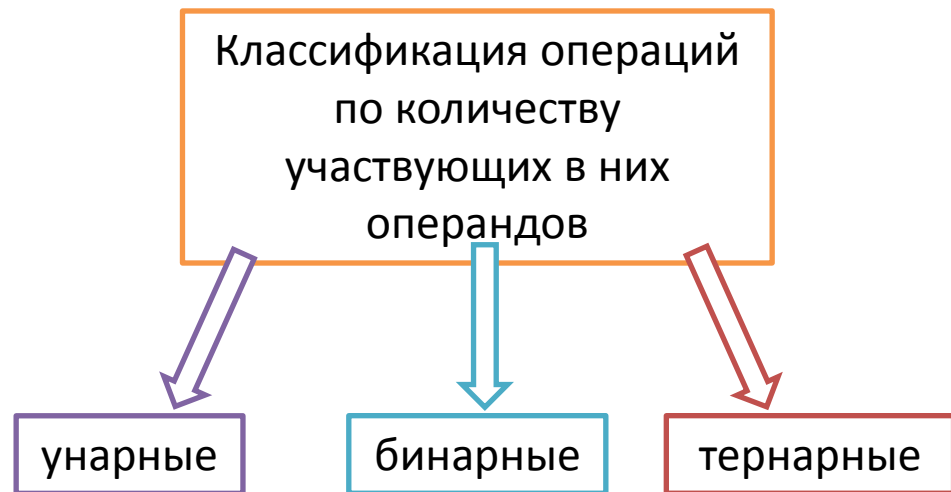
Лекция 4

Операции и выражения языка Си

Обзор операций и выражений

Выражения используются для вычисления значений (определенного типа) и состоят из **операндов**, **операций** и **скобок**. Каждый операнд может быть, в свою очередь, выражением или одним из его частных случаев – константой или переменной. Операнды задают данные для вычислений.

Знак операции – это один или более символов, определяющих действие над операндами, т.е. операции задают действия, которые необходимо выполнить. Внутри знака операции пробелы не допускаются.



Операции выполняются в соответствии с **приоритетами**. Для изменения порядка выполнения операций используются **круглые скобки**.

Большинство операций выполняются **слева направо**, например, $a+b+c \rightarrow (a+b)+c$.

Исключение составляют **унарные операции**, **операции присваивания** и **условная операция** (**?:**), которые выполняются **справа налево**.

Обзор операций и выражений

В языке **Си** используются четыре унарные операции, имеющие **самый высокий приоритет**, их часто называют первичными.

Первичные операции

Операция доступа к полям структур и объединений при помощи идентификаторов «.» – **точка**

Операция доступа к полям структур и объединений при помощи указателей «->» – **стрелка**

Операция [] индексации, используемая при декларации массива и обращении к его элементам

Операция () обращения к функции

Арифметические операции

Обозначения арифметических операций

+

сложение

-

вычитание

/

деление

*

умножение

%

остаток от деления целочисленных операндов со знаком первого операнда – деление «по модулю»



Деление, для **int** операндов происходит с отбрасыванием остатка

Обзор операций и выражений

Операндами традиционных арифметических операций (+ − * /) могут быть константы, переменные, обращения к возвращающим значения функциям, элементы массивов, любые арифметические выражения, указатели (с ограничениями)

Порядок выполнения действий в арифметических выражениях

Выражения в круглых скобках

операции * , / , %

операции + , −

Операции * , / , % обладают **высшим приоритетом** над операциями + , − , поэтому при записи сложных выражений нужно использовать общепринятые математические правила - использовать круглые скобки.

$$x + y \cdot z - \frac{a}{b + c} \leftrightarrow x + y * z - a / (b + c)$$

Обзор операций и выражений

Операция присваивания

Формат операции присваивания

Операнд_1 = Операнд_2 ;

Операндом_2 (правый операнд) могут быть: **константа**, **переменная** или **любое выражение**, составленное в соответствии с синтаксисом языка **Си**. Правый операнд операции присваивания назвали **R-значение**, (**R-value**, **Right-value**).

Операндом_1 (левый операнд) может быть только **переменная**.

Левый операнд операции присваивания получил название **L-значение**, (**L-value**, **Left-value**) – **адресное выражение**.

Так в **Си** называют любое выражение, адресуемое некоторый участок оперативной памяти, в который можно записать некоторое значение.

Переменная – это частный случай адресного выражения.

Присваивание значения в языке **Си**, в отличие от традиционной интерпретации, рассматривается как выражение, имеющее значение левого операнда после присваивания. Таким образом, присваивание может включать несколько операций присваивания, изменяя значения нескольких операндов



```
int i, j, k;  
float x, y, z;  
...  
i = j = k = 0; ↔ k = 0, j = k, i = j;
```

Примеры недопустимых выражений:

- присваивание константе: **2 = x + y;**
- присваивание функции: **getch() = i;**
- присваивание результату операции: **(i + 1) = 2 + y;**

Обзор операций и выражений

Сокращенная запись операции присваивания

В языке Си используются два вида сокращенной записи операции присваивания

Вместо записи: $v = v \# e;$

где $\#$ – любая арифметическая операция (операция над битовым представлением операндов), рекомендуется использовать запись

$v \# = e;$

Например:

$i = i + 5;$ \leftrightarrow $i += 5;$
(знаки операций – без пробелов)

Вместо записи: $x = x \# 1;$

где $\#$ – символы, обозначающие операцию инкремента ($+1$), либо декремента (-1), x – целочисленная переменная (или переменная-указатель), рекомендуется использовать запись:

$\#\#x;$ – префиксную,
или

$x\#\#;$ – постфиксную

Если эти операции используются в чистом виде, то различий между постфиксной и префиксной формами нет. Если же они используются в выражении, то в префиксной форме ($\#\#x$) сначала значение x изменится на 1 , а затем полученный результат будет использован в выражении; в постфиксной форме ($x\#\#$) – сначала значение переменной x используется в выражении, а затем изменится на 1

Обзор операций и выражений

Пример 1:		Пример 2:	
	Смысл записи		Значения
int i, j, k;		int n, a, b, c, d;	
float x, y;		n = 2; a = b = c = 0;	
...		a = ++n;	n=3, a=3
x *= y;	x = x*y;	a += 2;	a=5
i += 2;	i = i + 2;	b = n++;	b=3, n=4
x /= y+15;	x = x/(y + 15);	b -= 2;	b=1
--k;	k = k - 1;	c = --n;	n=3, c=3
k--;	k = k - 1;	c *= 2;	c=6
j = i++;	j = i; i = i + 1;	d = n--;	d=3, n=2
j = ++i;	i = i + 1; j = i;	d %= 2;	d=1

Преобразование типов операндов арифметических операций

В Си различают **явное** и **неявное** преобразование типов данных. **Неявное** преобразование типов данных выполняет компилятор, а **явное** преобразование данных выполняет сам программист. **Результат любого вычисления будет преобразовываться к наиболее точному типу данных, из тех типов данных, которые участвуют в вычислении.**


х	у	Результат деления	Пример
делимое	делитель	частное	$x = 15 \ y = 2$
int	int	int	$15/2=7$
int	float	float	$15/2=7.5$
float	int	float	$15/2=7.5$

Преобразование типов операндов арифметических операций

Если операнды арифметических операндов **имеют один тип**, то и результат операции будет иметь **такой же тип**

Стрелки отмечают преобразования даже однотипных операндов перед выполнением операции

Но, как правило, в операциях участвуют операнды различных типов. В этом случае они **преобразуются** к общему типу в порядке увеличения их **«размера памяти»**, т.е. объема памяти, необходимого для хранения их значений. Поэтому неявные преобразования всегда идут от «меньших» объектов к «большим».



short, char	→ int	→ unsigned	→ long	→ double
			float	→ double

Действуют следующие правила

Если один из операндов имеет тип **double**, то и другой преобразуется в **double**

Если один из операндов **long**, то другой преобразуется в **long**

Значения типов **char** и **short** всегда преобразуются в **int**

Явное преобразование типов

В любом выражении преобразование типов может быть осуществлено **явно**, для этого достаточно перед выражением поставить в круглых скобках атрибут соответствующего типа

(тип) выражение;

Операция приведения типа вынуждает компилятор выполнить указанное преобразование, но ответственность за последствия возлагается на программиста.

Использовать эту операцию рекомендуется везде, где это необходимо, например:

double x;

int n = 6, k = 4;

x = (n + k)/3; // *x = 3*, т.к. дробная часть будет отброшена;

x = (double)(n + k)/3; // *x = 3.333333* – использование операции

приведения типа позволило избежать округления результата деления
целочисленных операндов.

Операции сравнения

Операции сравнения в языке Си

==

равно или эквивалентно

!=

не равно

<

меньше

<=

меньше либо равно

>

больше

>=

больше либо равно

Общий вид операций отношений

Операнд_1 **Знак операции** **Операнд_2**

В языке Си нет логического типа данных. Результат операции отношения имеет значение **1**, если отношение истинно (**true**), или **0** – в противном случае, т.е. – ложно (**false**). Следовательно, операция отношения может использоваться в любых арифметических выражениях.

Указанные операции выполняют **сравнение значений** первого операнда со вторым. Операндами могут быть **любые арифметические выражения** и **указатели**.

Значения арифметических выражений перед сравнением **вычисляются** и **преобразуются к одному типу**

Пример

$y > 0$, $x == y$, $x != 2$

Логические операции

Логические операции в порядке
убывания относительного
приоритета

!

отрицание (логическое «НЕТ», “NOT”)

&&

конъюнкция (логическое «И», “AND”)

||

дизъюнкция (логическое «ИЛИ», “OR”)

Операндами (выражениями) логических операций могут быть **любые скалярные типы**. Ненулевое значение операнда трактуется как «**истина**», а нулевое – «**ложь**». Результатом логической операции, как и в случае операций отношения, может быть **1** или **0**.

Операция отрицания:

!0 → 1

!5 → 0

x = 10;

!(x > 0) → 0

Общий вид операции *отрицания*:

! *выражение*

Логические операции

Общий вид операций *конъюнкции* и *дизъюнкции*:

Выражение_1 *знак операции* **Выражение_2**

если **выражение_1** операции «**конъюнкция**» **ложно**, то результат операции – **ноль** и **выражение_2** не вычисляется

если **выражение_1** операции «**дизъюнкция**» **истинно**, то результат операции – **единица** и **выражение_2** не вычисляется

Пример

$y > 0 \ \&\& \ x = 7$

→ истина, если оба выражения истинны;

$e > 0 \ || \ x = 7$

→ истина, если хотя бы одно выражение истинно.

Старшинство операции «**И**» выше, чем «**ИЛИ**» и обе они младше операций отношения и равенства.

Относительный приоритет логических операций позволяет пользоваться общепринятым математическим стилем записи сложных логических выражений, например:

$0 < x < 100 \Leftrightarrow 0 < x \ \&\& \ x < 100 ;$

$x > 0, y \leq 1 \Leftrightarrow x > 0 \ \&\& \ y \leq 1 .$

Учет этих свойств очень существенен для написания правильно работающих программ.

Побитовые логические операции

В языке Си предусмотрен набор операций для работы с **отдельными битами**. Эти операции **нельзя применять к переменным вещественного типа**

Операции над битами

~	дополнение (унарная операция); инвертирование (одноместная операция)
&	побитовое «И» – конъюнкция
	побитовое «ИЛИ» – дизъюнкция
^	побитовое исключающее «ИЛИ» – сложение по модулю 2
^	побитовое исключающее «ИЛИ» – сложение по модулю 2
>>	сдвиг вправо
<<	сдвиг влево

Общий вид операции инвертирования (поразрядное отрицание):

~ выражение

инвертирует каждый разряд в двоичном представлении своего операнда

Остальные операции над битами имеют вид:

Выр_1 знак операции Выр_2

Побитовые логические операции

Операндами операций над битами могут быть только **выражения**, приводимые к **целому типу**. Операции (\sim , $\&$, $|$, \wedge) выполняются **поразрядно** над всеми битами операндов (**знаковый разряд особо не выделяется**)

Пример

$\sim 0xF0$	\leftrightarrow	$x0F$
$0xFF \& 0x0F$	\leftrightarrow	$x0F$
$0xF0 0x11$	\leftrightarrow	$xF1$
$0xF4 \wedge 0xF5$	\leftrightarrow	$x01$

Операция $\&$ часто используется для **маскирования** некоторого множества бит. Например, оператор $w = n \& 0177$ передает в w семь младших бит n , полагая остальные равными нулю

Операции **сдвига** выполняются также для всех разрядов с потерей выходящих за границы бит

Операция $|$ используется для **включения бит** $w = x | y$, устанавливает в единицу те биты в x , которые равны 1 в y

Необходимо отличать **побитовые** операции $\&$ и $|$ от **логических** операций $\&\&$ и $||$, если $x = 1$, $y = 2$, то $x \& y$ равно нулю, а $x \&\& y$ равно 1.

Унарная операция \sim дает дополнение к целому, т.е. каждый бит со значением 1 получает значение 0 и наоборот

Побитовые логические операции

Если **выражение_1** имеет тип *unsigned*, то при сдвиге вправо освобождающиеся разряды гарантированно **заполняются нулями** (логический сдвиг). Выражения типа *signed* **могут**, но необязательно, сдвигаться вправо с копированием знакового разряда (арифметический сдвиг). При сдвиге влево освобождающиеся разряды всегда заполняются нулями. Если **выражение_2** отрицательно либо больше длины **выражения_1** в битах, то результат операции сдвига не определен

Операция сдвига

$0x81 \ll 1$	\leftrightarrow	$0x02$
$0x81 \gg 1$	\leftrightarrow	$0x40$

Операции сдвига вправо на k разрядов весьма эффективны для **деления**, а **сдвиг влево** – для **умножения** целых чисел на 2^k в степени k :

$x \ll 1$	\leftrightarrow	$x * 2;$
$x \gg 1$	\leftrightarrow	$x / 2 ;$
$x \ll 3$	\leftrightarrow	$x * 8 .$

Операции сдвига \ll и \gg применяются к целочисленным операндам и осуществляют соответственно сдвиг вправо (влево) своего левого операнда на число позиций, задаваемых правым операндом, например, $x \ll 2$ сдвигает x влево на **две позиции**, заполняя освобождающиеся биты нулями (эквивалентно умножению на 4)

Побитовые логические операции

Если **выражение_1** имеет тип *unsigned*, то при сдвиге вправо освобождающиеся разряды гарантированно **заполняются нулями** (логический сдвиг). Выражения типа *signed* **могут**, но необязательно, сдвигаться вправо с копированием знакового разряда (арифметический сдвиг). При сдвиге влево освобождающиеся разряды всегда заполняются нулями. Если **выражение_2** отрицательно либо больше длины **выражения_1** в битах, то результат операции сдвига не определен

Операция сдвига

$0x81 \ll 1$	\leftrightarrow	$0x02$
$0x81 \gg 1$	\leftrightarrow	$0x40$

Операции сдвига вправо на k разрядов весьма эффективны для **деления**, а **сдвиг влево** – для **умножения** целых чисел на 2 в степени k :

$x \ll 1$	\leftrightarrow	$x * 2;$
$x \gg 1$	\leftrightarrow	$x / 2 ;$
$x \ll 3$	\leftrightarrow	$x * 8 .$

Операции сдвига \ll и \gg применяются к целочисленным операндам и осуществляют соответственно сдвиг вправо (влево) своего левого операнда на число позиций, задаваемых правым операндом, например, $x \ll 2$ сдвигает x влево на **две позиции**, заполняя освобождающиеся биты нулями (эквивалентно **умножению на 4**)

Алгоритм определения четности числа

Побитовые логические операции

Если **выражение_1** имеет тип *unsigned*, то при сдвиге вправо освобождающиеся разряды гарантированно **заполняются нулями** (логический сдвиг). Выражения типа *signed* **могут**, но необязательно, сдвигаться вправо с копированием знакового разряда (арифметический сдвиг). При сдвиге влево освобождающиеся разряды всегда заполняются нулями. Если **выражение_2** отрицательно либо больше длины **выражения_1** в битах, то результат операции сдвига не определен

Операция сдвига

$0x81 \ll 1$	\leftrightarrow	$0x02$
$0x81 \gg 1$	\leftrightarrow	$0x40$

Операции сдвига вправо на k разрядов весьма эффективны для **деления**, а **сдвиг влево** – для **умножения** целых чисел на 2^k в степени k :

$x \ll 1$	\leftrightarrow	$x * 2;$
$x \gg 1$	\leftrightarrow	$x / 2 ;$
$x \ll 3$	\leftrightarrow	$x * 8 .$

```
int i=15;
if ( i & 1) printf (" Значение i нечетно!");
```

Операции сдвига \ll и \gg применяются к целочисленным операндам и осуществляют соответственно сдвиг вправо (влево) своего левого операнда на число позиций, задаваемых правым операндом, например, $x \ll 2$ сдвигает x влево на **две позиции**, заполняя освобождающиеся биты нулями (**эквивалентно умножению на 4**)

Операция «,» (запятая)

Данная операция используется при организации строго гарантированной последовательности вычисления выражений (обычно используется там, где по синтаксису допустима только одна операция, а необходимо разместить две и более, например, в операторе *for*)

Форма записи

выражение_1, ..., выражение_N;

Выражения 1, 2,..., N вычисляются последовательно друг за другом и результатом операции становится значение последнего выражения **N**, например:

$$m = (i = 1, j = i ++, k = 6, n = i + j + k);$$


Получим последовательность вычислений:

i = 1, j = i = 1, i = 2, k = 6, n = 2 + 1 + 6, и в результате ***m = n = 9***