Побитовые (поразрядные) операторы

Поразрядные операции

- В отличие от многих других языков программирования в C определен полный набор *поразрядных операций*. Это обусловлено тем, что C был задуман как язык, призванный во многих приложениях заменить ассемблер, который способен оперировать битами данных
- *Поразрядные операции* — это тестирование (проверка), сдвиг или присвоение значений отдельным битам данных
- *Поразрядные операции* осуществляются над ячейками памяти, содержащими данные типа char или int. Данные типа float, double, long double, void или другие более сложные не могут участвовать в поразрядных операциях

Поразрядные операторы

Оператор	*Операция*
&	И
|	ИЛИ
^	исключающее ИЛИ
~	НЕ (отрицание, дополнение к 1)
>>	Сдвиг вправо
<<	Сдвиг влево

Таблицы истинности

- Поразрядные операции И, ИЛИ, НЕ описываются теми же таблицами истинности, что и логические операции
- Поразрядные операции выполняются над отдельными разрядами (битами) операндов
- Операция "исключающее ИЛИ" имеет следующую таблицу истинности:

p	*q*	*p ^ q*
0	0	0
1	0	1
1	1	0
0	1	1

Применение поразрядных операторов

- при программировании драйверов устройств, таких как модемы
- при программировании процедур, выполняющих операции над файлами
- при разработке стандартных программ обслуживания принтера

Побитовый оператор И: &

- Операция & может быть использована для *очищения (сбрасывания значения) бита*
- Любой бит одного из операндов, равный 0, обнуляет значение соответствующего бита в результате
- Например, следующая функция читает символ из порта модема и обнуляет бит контроля четности:

```
char get_char_from_modem(void)
{
    char ch;
    ch = read_modem(); /* чтение символа из порта модема */
return(ch & 127);
}
```

Бит контроля четности, находящийся в 8-м разряде байта, обнуляется с помощью операции И. При этом в качестве второго операнда выбирается число, имеющее 1 в разрядах от 1 до 7, и 0 в 8-м разряде. Именно таким числом и является 127, поскольку все биты двоичного представления числа 127, кроме старшего, равны 1. Выражение ch & 127 означает попарное применение операции И ко всем битам, составялющим значение переменной ch, и битам числа 127. В результате все биты, кроме старшего, остаются без изменения, а старший обнуляется:

```
Бит контроля четности  - 8 бит
 1100 0001    переменная ch содержит символ 'A' с битом четности
 0111 1111    двоичное представление числа 127
& ---------    поразрядная операция И
 0100 0001    символ 'A' с обнуленным битом контроля четности
```

Поразрядная операция ИЛИ: |

- Поразрядная операция ИЛИ применяется для установки необходимых битов в 1
- В следующем примере выполняется операция 128 | 3:

```
1000 0000    двоичное представление числа
  128
0000 0011    двоичное представление числа 3
| --------    поразрядная операция ИЛИ
1000 0011    результат
```

Операция исключающего ИЛИ (XOR): ^

- Операция исключающего ИЛИ устанавливает бит результата в 1, если соответствующие биты операндов различны
- В следующем примере выполняется операция 127 ^ 120:

```
0000 0011    двоичное представление числа 127
0111 1000    двоичное представление числа 120
^ ---------  поразрядная операция XOR
0000 0111    результат
```

Необходимо помнить, что результат логической операции всегда равен 0 или 1. В то же время результатом поразрядной операции может быть любое значение, которое, как видно из предыдущих примеров, не обязательно равно 0 или 1.

- Результат логической операции всегда равен 0 или 1
- Результат поразрядной операции может быть любое равен любому целому числу, не обязательно равно 0 или 1.

Поразрядные операторы сдвига >> и <<

- Поразрядные операторы сдвига >> и << смещают все биты переменной вправо или влево на указанное количество разрядов
- Общая форма оператора сдвига вправо:
  переменная >> количество_разрядов
- Общая форма оператора сдвига влево:
  переменная << количество_разрядов
- Как только сдвигаемые биты достигают края, с противоположного конца появляются нули
- Если число типа signed int отрицательно, то при сдвиге вправо левый конец заполняется единицами, так что знак числа сохраняется
- Если биты исчезают на одном краю числа, они не появятся на другом
- Поразрядные операции сдвига очень полезны при декодировании информации, поступающей с внешнего устройства
- Побитовые операторы сдвига можно использовать для быстрого умножения или деления целых чисел: сдвиг на один бит вправо делит число на 2, а на один бит влево — умножает на 2

Умножение и деление операторами сдвига

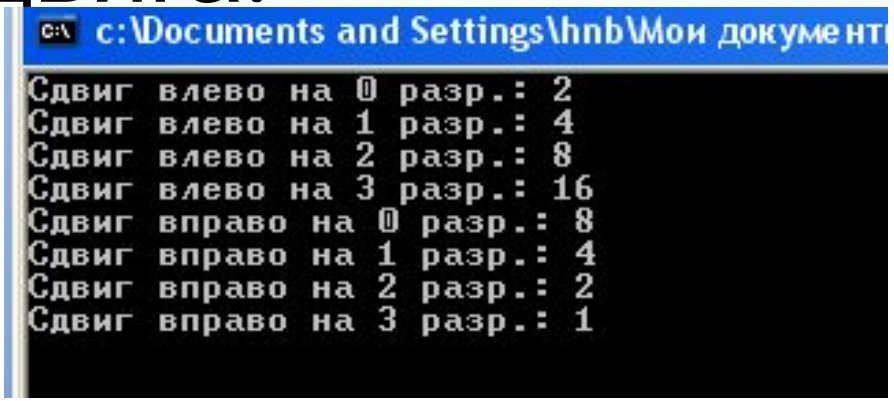
unsigned char x	*x после операции*	*значение x*
x = 7	0000 0111	7
x = x << 1	0000 1110	14
x = x << 3	0111 0000	112
x = x << 2	1100 0000	192
x = x >> 1	0110 0000	96
x = x >> 2	0001 1000	24

Каждый сдвиг влево умножает на 2. Потеря информации произошла после операции x << 2 в результате сдвига за левую границу.
Каждый сдвиг вправо делит на 2. Сдвиг вправо потерянную информацию не восстановил.

Пример применения операторов сдвига.

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include "locale.h"
int main(void)
{
  setlocale(LC_ALL, "rus");
      unsigned int i;
  int j;
  i = 1;
  /* сдвиг влево */
  for(j=0; j<4; j++) {
    i = i << 1;  /* сдвиг i влево на 1 разряд, что
       равносильно умножению на 2 */
    printf("Сдвиг влево на %d разр.: %d\n", j, i);
  }

  /* сдвиг вправо */
  for(j=0; j<4; j++) {
    i = i >> 1;  /* сдвиг i вправо на 1 разряд, что
                 равносильно делению на 2 */
    printf("Сдвиг вправо на %d разр.: %d\n", j, i);
  }
getch();
  return 0;
}
```



Поразрядная операция отрицания ~

- Поразрядная операция отрицания (дополнения до единицы) ~ инвертирует состояние каждого бита операнда.
- То есть, 0 преобразует в 1, а 1 — в 0.
- Поразрядные операции часто используются в шифровальных программах. Проделав с дисковым файлом некоторые поразрядные операции, его можно сделать нечитаемым. Простейший способ сделать это — применить операцию отрицания к каждому биту:

  Исходный байт 0010100

  После 1-го отрицания 1101011

  После 2-го отрицания 0010100
- Обратите внимание, при последовательном применении 2-х отрицаний результатом всегда будет исходное число. Таким образом, 1-е отрицание кодирует состояние байта, а 2-е — декодирует

Пример использования операции отрицания

- В следующем примере оператор отрицания используется в функции шифрования символа:

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include "locale.h"
int main(void)
{
  setlocale(LC_ALL, "rus");
char ch;
scanf(«%c", &ch);
printf(«%c",~ch); /* операция отрицания */
getch();
  return 0;
}
```