# Системы счисления (часть 4)

*Подготовил : Ганбаров Анар*
*Группа: ИТ11*
*АГУ*
*г. Астрахань 2016*

# Краткие обозначения

ПК – прямой код

ОК – обратный код

ДК – дополнительный код

МПК – модифицированный прямой код

МОК – модифицированный обратный код

МДК – модифицированный дополни-тельный код

**Если число положительное, то :**

**ПК=ОК=ДК , МПК=МОК=МДК**

# Модифицированные коды

Эти коды отличаются от прямого, обратного и дополнительного кодов тем, что **на изображение знака отводится два разряда**: если число положительное – 00, если число отрицательное – 11.

Такие коды удобны для выявления переполнения разрядной сетки.

Если знаковые разряды результата принимают значение 00 и 11, то переполнения разрядной сетки не было, а если 01 или 10 – то было переполнение.

# Примеры (перевода):

- $A_{10} = 9, \qquad A_2 = 1001$

$$A_{\text{ПК}} = 0{:}\,1001$$

$$A_{\text{МПК=МОК=МДК}} = 00{:}\,1001$$

$$B_{10} = -3, \qquad B_2 = 0011$$

$$\text{B}_{\text{пк}} = 0{:}\,0011 \;\; , \text{B}_{\text{ок}} = 0{:}\,1100 \; , \text{B}_{\text{дк}} = 0{:}\,1101$$

$$\text{B}_{\text{МПК}} = 00{:}\,0011 \;\; , \text{B}_{\text{МОК}} = 00{:}\,1100 \; , \text{B}_{\text{МДК}} = 00{:}\,1101$$

# Примеры (арифметики):

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | : | 1 | 0 |
| + | 0 | 0 | | 0 | 1 |
| | 0 | 0 | : | 1 | 1 |

Знаковые разряды

В этом примере переполнения нет!

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | : | 1 | 0 |
| + | 0 | 0 | | 1 | 0 |
| | 0 | 1 | : | 1 | 0 |

Знаковые разряды

В этом примере есть переполнение!

# Правила для обратного кода

Единица переноса, возникающая в старшем знаковом разряде суммы, прибавляется к младшему разряду.

Также:

*__знаковым разрядом__ числа является __второй слева от запятой разряд__;

*первый разряд после запятой служит для анализа переполнения разрядной сетки.

# Арифметические операции с модифицированными кодами

# Операции с модифицированным обратным кодом

**1. A и B положительные.** При суммировании складываются все разряды, включая разряд знака.

Дальше возможно 2 исхода :

- не было переполнения. (в этом случае ничего не меняем.)
- было переполнение. (перенести запятую на один знак влево и восстановить знак.)

# $(+A_{мпк}) + (+B_{мок=мпк})$

3+12=

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | : | 0 | 0 | 1 | 1 |
| + | 0 | 0 | : | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | : | 1 | 1 | 1 | 1 |

Переполнения не было.
Значит ничего не делаем.

3+12 = | 0 | 0 | : | 1 | 1 | 1 | 1 | = + 15

10+14 =

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | : | 1 | 0 | 1 | 0 |
| + | 0 | 0 | : | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 1 | : | 1 | 0 | 0 | 0 |

Было переполнение.

1) Переносим влево знаковый символ

| 0 | : | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|

2) Восстанавливаем знак.
Если стояла 1, то ставим 11
Если стоял 0, то ставим 00
В нашем случае стоит 0. Значит :

| 0 | 0 | : | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

10 + 14 = | 0 | 0 | : | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | = + 24

**2. A и B отрицательные.** При суммировании складываются все разряды, включая разряд знака.

0) Переводим числа в МОК. Далее:

1) Единицу переполнения **переносим и складываем с младшим разрядом**.

2) Переносим влево знаковый символ

3) Восстанавливаем знак :

- если стояла 1, то ставим 11
- если стоял 0, то ставим 00

4) Переводим в прямой код

# $(-A_{МОК}) + (-B_{МОК})$

**A = - 10=11:1010$_{МПК}$ = 11:0101$_{МОК}$**
**B = - 14=11:1110$_{МПК}$ = 11:0001$_{МОК}$**

1) Единицу переполнения переносим и складываем с младшим разрядом.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1 | : | 0 | 1 | 0 | 1 |
| + | 1 | 1 | : | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | : | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | | | | | | + | 1 |
| | 1 | 0 | : | 0 | 1 | 1 | 1 |

2) Переносим влево знаковый символ

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | : | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

3) Восстанавливаем знак.
Если стояла 1, то ставим 11
Если стоял 0, то ставим 00
В нашем случае стоит 1. Значит :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | : | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

4) Переводим в прямой код. (инвертируем цифры числа.)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | : | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |

**3. А положительное, В отрицательное и по абсолютной величине больше, чем А.**

Переводим число «В» в МОК.

При суммировании складываются все разряды, включая разряд знака.

Далее переводим в прямой код.

# $(+A_{мпк})+(-B_{мок})$, |-B|>A

| | | |
|---|---|---|
| +7 | 00:0111 | Прямой модиф. |

| | | |
|---|---|---|
| -14 | 11:1110 | Прямой модиф. |
| -14 | 11:0001 | Обратный модиф. |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | : | 0 | 1 | 1 | 1 |
| + | 1 | 1 | : | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 1 | 1 | : | 1 | 0 | 0 | 0 |

Далее переводим из обратного в прямой код. ( инвертируем числа.)

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1 | : | 0 | 1 | 1 | 1 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - 14 + 7 = | 1 | 1 | : | 0 | 1 | 1 | 1 | = -7 |

**4. А положительное, В отрицательное и по абсолютной величине меньше, чем А.**

Переводим число «В» в МОК.

При суммировании складываются все разряды, включая разряд знака.

Далее единицу переполнения переносим и складываем с младшим разрядом.

# $(+A_{МПК})+(-B_{МОК})$, |-B|<A

| | | |
|---|---|---|
| -3 | 11:0011 | Прямой модиф. |
| -3 | 11:1100 | Обратный модиф. |

| | | |
|---|---|---|
| +7 | 00:0111 | Прямой модиф. |

1) Единицу переполнения переносим и складываем с младшим разрядом.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1 | : | 1 | 1 | 0 | 0 |
| + | 0 | 0 | : | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | : | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | | | | | + | 1 |
| | 0 | 0 | : | 0 | 1 | 0 | 0 |

-3 + 7 =

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | : | 0 | 1 | 0 | 0 |

= +4

# Операции с модифицированным дополнительным кодом

**1. A и B положительные.** При суммировании складываются все разряды, включая разряд знака.

Дальше возможно 2 исхода :

- не было переполнения. (в этом случае ничего не меняем.)
- было переполнение. (перенести запятую на один знак влево и восстановить знак.)

# $(+A_{мпк}) + (+B_{мдк=мпк})$

3+12=

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | : | 0 | 0 | 1 | 1 |
| + | 0 | 0 | : | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | : | 1 | 1 | 1 | 1 |

Переполнения не было.
Значит ничего не делаем.

3+12 = | 0 | 0 | : | 1 | 1 | 1 | 1 | = + 15

10+14 =

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | : | 1 | 0 | 1 | 0 |
| + | 0 | 0 | : | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 1 | : | 1 | 0 | 0 | 0 |

Было переполнение.

1) Переносим влево знаковый символ

| 0 | : | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|

2) Восстанавливаем знак.
Если стояла 1, то ставим 11
Если стоял 0, то ставим 00
В нашем случае стоит 0. Значит :

| 0 | 0 | : | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

10 + 14 = | 0 | 0 | : | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | = + 24

**2. A и B отрицательные.** При суммировании складываются все разряды, включая разряд знака.

Далее:

1) Единицу переполнения **отбрасываем**.

2) Переносим влево знаковый символ

3) Восстанавливаем знак :

- если стояла 1, то ставим 11
- если стоял 0, то ставим 00

4) Переводим в прямой код (инвертируем, а потом прибавляем 1 к младшему разряду.)

# $(-A_{МДК}) + (-B_{МДК})$

$A = -9 = 11:1001_{МПК} = 11:0111_{МОК}$

$B = -11 = 11:1011_{МПК} = 11:0101_{МОК}$

1) Единицу переполнения отбрасываем.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1 | : | 0 | 1 | 1 | 1 |
| + | 1 | 1 | : | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | : | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Единицу отбрасываем. | | | | | | | |
| | 1 | 0 | : | 1 | 1 | 0 | 0 |

2) Переносим влево знаковый символ

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | : | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

3) Восстанавливаем знак.
Если стояла 1, то ставим 11
Если стоял 0, то ставим 00
В нашем случае стоит 1. Значит :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | : | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

4) Переводим в прямой код.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | : | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | ДК |
| 1 | 1 | : | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | ОК |
| 1 | 1 | : | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | ПК |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| - 9 – 11 = | 1 | 1 | : | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | = - 20 |

**3. А положительное, В отрицательное и по абсолютной величине больше, чем А.**

Переводим число «В» в МОК.

При суммировании складываются все разряды, включая разряд знака.

Далее переводим в прямой код.

# $(+A_{МПК})+(-B_{МДК})$, |-B|>A

| | | |
|---|---|---|
| +9 | 00:1001 | МПК |

| | | |
|---|---|---|
| -11 | 11:1011 | МПК |
| -11 | 11:0100 | МОК |
| -11 | 11:0101 | МДК |

Суммируем:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | : | 1 | 0 | 0 | 1 |
| + | 1 | 1 | : | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | 1 | 1 | : | 1 | 1 | 1 | 0 |

Далее переводим из дополнительного в прямой код.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | : | 1 | 1 | 1 | 0 | ДК |
| 1 | 1 | : | 0 | 0 | 0 | 1 | ОК |
| 1 | 1 | : | 0 | 0 | 1 | 0 | ПК |

+9+(-11)= | 1 | 1 | : | 0 | 0 | 1 | 0 | = -2

**4. А положительное, В отрицательное и по абсолютной величине меньше, чем А.**

Переводим число «В» в МОК.

При суммировании складываются все разряды, включая разряд знака.

Далее единицу переполнения отбрасываем.

# $(+A_{МПК})+(-B_{МДК})$, |-B|<A

| | | |
|---|---|---|
| +9 | 00:1001 | МПК |

| | | |
|---|---|---|
| -3 | 11:0011 | МПК |
| -3 | 11:1100 | МОК |
| -3 | 11:1101 | МДК |

1) Единицу переполнения отбрасываем.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | : | 1 | 0 | 0 | 1 |
| + | 1 | 1 | : | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | : | 0 | 1 | 1 | 0 |

Отбрасываем единицу переполнения.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | : | 0 | 1 | 1 | 0 |

+9 + (-3) = | 0 | 0 | : | 0 | 1 | 1 | 0 | = +6