ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ С ПОЯСНЕНИЯМИ

Задание 1.

1.1. Преобразование числа из десятичной системы счисления в двоичную. Задано число **151.201.** Для преобразования числа из десятичной системы счисления в двоичную (а также восьмеричную, шестнадцатеричную и т. д.) оперируют раздельно с целой и дробной частями. При этом целая часть числа делится на основание системы до тех пор, пока в результате последнего деления делимое не окажется меньше основания системы. Деление осуществляется с получением целой части от деления и остатка. Затем все остатки от деления выписываются, начиная с конца. Это и будет целая часть числа в соответствующей системе счисления.

В результате деления целой части данного числа на основание двоичной системы получаем:

Делимое	Частное	Остаток
151	75	1
75	37	1
37	18	1
18	9	0
9	4	1
4	2	0
2	1	0
1	0	1

Получаем целую часть числа в двоичной системе счисления: **10010111B.**

B — обозначение числа в двоичной системе.

Для перевода дробной части числа в десятичной системе счисления выполняется операция умножения. При этом дробная часть числа умножается на основание системы счисления. Если при умножении получается целая часть, то в следующей операции умножения она отбрасывается (то есть, множимое всегда состоит из дробной части). Количество производимых операций умножения зависит от требуемой точности вычислений. При переводе целой части в другую систему счисления получается точный результат, а при переводе дробной части — приблизительный. Далее записываются полученные при умножении целые части, начиная с начала. Для искомого числа получаем:

Множимое	Произведение	Целая часть
0.201	0.402	0
0.402	0.804	0
0.804	1.608	1
0.608	1.216	1
0.216	0.432	0
0.432	0.864	0
0.864	1.728	1
0.728	1.456	1
0.456	0.912	0
0.912	1.824	1
0.824	1.648	1
0.648	1.296	1
0.296	0.592	0
0.592	1.184	1
0.184	0.368	0

Дробная часть числа в двоичной системе счисления: **0.001100110111010B.**

Данное число в двоичной системе счисления: **10010111.001100110111010B.**

Результат: 151.201D =10010111.001100110111010B.

D — обозначение числа в десятичной системе, B — в двоичной.

1.2 Нахождение значения числа в двоичной системе счисления с точностью до четвертого десятичного знака после запятой. Целая часть числа, полученная в п. 1.1: **151 D=10010111B.** Дробная часть из п. 1.1.4: **0.201 D =0.0011001101110100B.**

Проверим точность представления дробной части. Для этого надо перевести дробную часть в десятичную систему. Все разряды дробной части представляют собой число 2 в соответствующей минусовой степени. Поэтому в тех разрядах, которые равны 1, нужно подставить соответствующие значения в десятичной системе счисления и просуммировать полученные значения.

Для облегчения вычислений составим следующую таблицу:

Степень числа 2	Значение	Число
-1	0.5	0
-2	0.25	0
-3	0.125	1
-4	0.0625	1
-5	0.03125	0
-6	0.015625	0
-7	0.0078125	1
-8	0.00390625	1
-9	0.001953125	0
-10	0.0009765625	1
-11	0.00048828125	1
-12	0.000244140625	1
-13	0.0001220703125	0
-14	0.00006103515625	1
-15	0.000030517578125	0
-16	0.0000152587890625	0

Произведем поразрядное сложение, начиная со старших разрядов:

0.125
+ 0.0625
0.1875

0.1875
+ 0.0078125
0.1953125

0.1953125
+ 0.00390625
0.19921875

0.19921875
+ 0.0009765625
0.2001853125

0.2001853125
+ 0.00048828125
0.20067359375

0.20067359375
+ 0.000244140625
0.200917734375

0.200917734375
+ 0.00006103515625
0.20097876953125

При округлении этого числа до четвертого десятичного знака после запятой получаем: **0.2010,** что соответствует требуемой точности представления. Последний необходимый знак после запятой — 14-й.

Записываем число в двоичной системе счисления с точностью до четвертого десятичного знака после запятой:

151.201D=10010111.00110011011101B

1.3. Преобразование числа в двоично-десятичную систему (код 8421).

В двоично-десятичной системе каждой десятичной цифре приписывается определенное представление в двоичной системе. Для кода 8421 используется следующая таблица:

Десятичные цифры	Код 8-4-2-1
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

При переводе числа из десятичной системы в двоично-десятичную (код 8-4-2-1) вместо каждой десятичной цифры подставляется ее кодовое соответствие.

Для заданного числа получаем представление в коде 8-4-2-1:

0001 0101 0001.0010 0000 0001BCD. Первые три нуля можно отбросить.

Результат: 151.201 D= 101010001.001000000001 BCD.

BCD — обозначение числа в двоично-десятичной системе.

1.4. Преобразование числа в восьмеричную систему счисления. Для преобразования числа в восьмеричную систему счисления удобнее использовать его представление в двоичной системе счисления. При этом целая и дробная части делятся на тройки цифр, начиная от запятой (точки).

Разделив заданное число на тройки, получим: **10 010 111.001 100 110 111 010B.**

Поскольку в первой группе только две цифры, добавим еще один разряд. Получим:

010 010 111.001 100 110 111 010B.

Каждую тройку переводим в восьмеричную систему. Для этого удобно воспользоваться следующей таблицей:

Число в восьмеричной системе	Число в двоичной системе
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Получаем заданное число в восьмеричной системе: **227.14672Q. Результат:**

151.201 D=227.14672Q.

Q — обозначение числа в восьмеричной системе.

1.5. Перевод числа в шестнадцатеричную систему. Выполняется аналогично, но число в двоичной системе счисления делится на четверки цифр. При этом надо учесть, что в шестнадцатеричной системе используются цифры от 0 до 9, а также латинские буквы от A до F:

10D=AH

11D=BH

12D=CH

13D=DH

14D=EH

15D=FH

H — обозначение числа в шестнадцатеричной системе.

Разделим заданное число на четверки: **1001 0111.0011 0011 0111 010B.**

Поскольку в последней группе только три цифры, добавим еще один разряд. Получим:

1001 0111.0011 0011 0111 0100 B.

Для перевода числа в шестнадцатеричную систему используем следующую таблицу:

Число в шестнадцатеричной системе	Число в двоичной системе
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

Получаем заданное число в шестнадцатеричной системе счисления: **97.3374H.**

Результат: 151.201D=97.3374H.

2 Сложение целых двоичных чисел в дополнительном коде

С целью упрощения арифметических операций в ЭВМ применяют специальные коды для представления чисел. Рассмотрим прямой, обратный и дополнительный коды чисел.

Прямой код двоичного числа – это само двоичное число, а знак числа записывается двоичной цифрой: знак «-» – цифрой **1**, знак «+» – цифрой **0.** Например, отрицательное двоичное число -1011_2 в прямом коде запишется: 1.1011.

Представление чисел в компьютере по сравнению с формами, известными всем со школы, имеет два важных отличия:

- во-первых, числа записываются в двоичной системе счисления;
- во-вторых, для записи и обработки чисел отводится конечное количество разрядов (в "некомпьютерной" арифметике такое ограничение отсутствует).

В компьютерах арифметические устройства выполняют действия не с самими двоичными числами по правилам двоичной арифметики, а с их двоичными кодами (представлениями) по правилам арифметики двоичных кодов.

Отличия правил арифметики двоичных кодов от правил обычной арифметики заключаются в **ограниченности разрядной сетки.** Иначе говоря, для записи числа в устройствах компьютера выделяется фиксированное количество двоичных разрядов. Память компьютера имеет байтовую структуру, однако, размер одной адресуемой ячейки обычно составляет несколько байт: 2, 4, 8 байт.

Вся информация в ЭВМ представляется в двоичных кодах. Из всего множества кодов мы рассмотрим ***прямой, обратный*** и ***дополнительные коды***.

Для записи целого двоичного числа в ***прямом*** коде двоичные числа дополняются знаковым разрядом, который принимается равным "0" для положительных чисел и "1" – для отрицательных. При ручной записи чисел со знаком, знаковый разряд, для удобства, отделяется от значащих разрядов точкой.

Например, десятичное число (+12) в прямом двоичном коде запишется так:
(0.1100), а десятичное число (-12) − (1.1100).

Прямой код используется при хранении чисел в памяти ЭВМ, а также при выполнении операций умножения и деления.

Другими формами представления чисел со знаком являются ***обратный*** и ***дополнительный*** коды. Эти коды позволяют заменить вычитание целых чисел их сложением, исходя из принципа: a - b = a + (-b).

***Положительные* числа, записанные в прямом, обратном и дополнительном кодах *одинаковы*.**

Так, положительное десятичное число 12 в прямом, обратном и дополнительном двоичном кодах запишется: (0.1100).

Для перевода отрицательного числа из прямого кода в обратный следует в знаковом разряде сохранить единицу, а цифры значащих разрядов инвертировать, т.е. "1" заменить на "0", а "0" на "1".

Дополнительный код отрицательного числа получается из обратного кода числа прибавлением "1" к младшему разряду этого числа.

ПРИМЕР: Записать десятичное число (-12) в прямом, обратном и дополнительном двоичном кодах в шестиразрядной ячейке:

1.01100 – прямой код	1.10011 – обратный код	1.10100 – дополнительный код

В данном примере один разряд отведен под знак числа, пять разрядов под само число, под точку в разрядной сетке место не выделяется. Само число сдвинуто к правому краю, а в избыточный разряд (в прямом коде) записан «0». Затем прямой код инвертируется для перевода в обратный.

Перевод чисел из <u>обратного</u> <u>(дополнительного)</u> кода в <u>прямой код</u> производится по тем же правилами, что и в <u>обратный</u> <u>(дополнительный)</u> <u>код</u> из <u>прямого</u>.

Правила сложения в дополнительном коде:

1. Сложение производится по правилам сложения двоичных чисел, включая знаковый разряд.
2. Если в результате сложения возникает перенос (переполнение) из знакового разряда, этот перенос **игнорируется** (отбрасывается).
3. Если знак суммы не совпадает со знаками слагаемых (эта ситуация может возникнуть только когда знаки одинаковы), имеет место переполнение разрядной сетки ЭВМ и результат должен быть признан неверным.

Сложение в ***обратном*** двоичном коде отличается от сложения в ***дополнительном*** коде лишь одним правилом: если в результате сложения возник перенос из знакового разряда, т.е. произошло переполнение, **необходимо к младшему разряду суммы прибавить "1"**.

ПРИМЕР: Реализовать операцию: 15 - 7 в дополнительном коде:

	10-е число	Прямой код	Обр. код	Доп. код
данные	15 - 7	0.1111 1.0111	0.1111 +1.1000	0.1111 +1.1001
Промежуточный результат				~~1~~0.1000
Окончательный результат	8			0.1000

ПРИМЕР: Реализовать операцию: 7 -15 в дополнительном коде:

	10-е число	Прямой код	Обр. код	Доп. код
данные	-15 + 7	1.1111 0.0111	1.0000 +0.0111	1.0001 +0.0111
Промежуточный результат				1.1000
Окончательный результат	- 8			1.0111 + 1 1.1000