**ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ**

**Кафедра транспортного зв'язку**

# МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до лабораторних занять**
**з дисципліни**

***«МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА»***

**Харків – 2016**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри транспортного зв'язку 15 березня 2016 р., протокол № 10.

У методичних вказівках викладено основні питання перетворення чисел та отримання практичних навичок при розв'язанні задач з використанням різних систем числення, правил додавання, віднімання, множення і ділення у різних системах числення, застосування правил побудови прямого, додаткового, зворотного кодів у двійковій системі числення.

Для студентів всіх форм навчання та напрямків факультету АТЗ, слухачів ІППК.


Укладачі:

доценти І.В. Ковтун,
Н.А. Корольова

Рецензент

доц. Л.А. Клименко


МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять
з дисципліни

*«МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА»*


Відповідальний за випуск Корольова Н.А.

Редактор Третьякова К.А.

---

Підписано до друку 21.04.16 р.

Формат паперу 60х84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,25. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

# ЗМІСТ

# ВСТУП

Лабораторні роботи з дисципліни «Мікропроцесорна техніка» призначені для закріплення студентами знань, одержаних на лекційних і практичних заняттях, а також набуття навичок експериментального дослідження та опанування правил перетворення чисел при розв'язанні задач з використанням різних систем числення, засвоєння правил додавання, віднімання, множення і ділення у різних системах числення, а також побудови прямого, додаткового, зворотного кодів у двійковій системі числення.

До виконання лабораторних робіт допускаються студенти, що пройшли інструктаж з техніки безпеки й успішно контрольне опитування. Звіт з лабораторної роботи складається кожним студентом окремо. Захист виконаної роботи відбувається на наступному занятті. Під час перебування у лабораторії студенти повинні суворо дотримуватися вимог техніки безпеки щодо роботи з комп'ютерною технікою. Інструктаж з техніки безпеки проводить викладач на початку лабораторних занять, про що кожен студент і викладач засвідчують у лабораторному журналі.

У кінці кожної роботи наведено контрольні питання і завдання, відповіді на які дозволяють визначити ступінь готовності студентів до виконання лабораторної роботи.

## ЛАБОРАТОРНА РАБОТА 1

## СИСТЕМИ ЧИСЛЕННЯ, ПЕРЕТВОРЕННЯ ЧИСЕЛ З ОДНІЄЇ СИСТЕМИ ЧИСЛЕННЯ В ІНШУ

**Мета роботи** – опанувати правила перетворення чисел та отримати практичні навички при розв’язанні задач з використанням різних систем числення.

### Загальні відомості

*Біт* – найменша одиниця вимірювання інформації. Біт (binary digit – двійкова цифра 0 або 1) – кількість інформації, що отримується у результаті однократного вибору з двох рівноймовірних подій.

Використання двійкової системи числення пояснюється тим, що для зберігання двійкової цифри необхідний елемент всього з двома дискретними станами, а також прості правила двійкової арифметики.

Вибір одного з двох можливих варіантів дозволяє також розрізняти логічні «true» і «false». Послідовністю бітів можна кодувати текст, зображення, звук або яку-небудь іншу інформацію. Такий метод подання інформації називається двійковим кодуванням.

В інформатиці часто використовується величина, яка називається байтом (byte) і дорівнює 8 бітам. І якщо біт дозволяє вибрати один варіант з двох можливих, то байт, відповідно – один з 256.

Як і для інших стандартних одиниць вимірювання, для біта і байта існують похідні від них одиниці, утворені за допомогою приставок кіло- (к), мега- (М), гіга- (G або Г), тера- (Т) та інших. Але для бітів і байтів вони означають не степені 10, а степені двійки (таблиця 1.1).

8 біт – 1 байт;
1 кбайт – 1024 байт – $2^{10}$ байт;
1 Мбайт – 1024 кбайт – $2^{10}$ кбайт – $2^{20}$ байт;
1 Гбайт – 1024 Мбайт – $2^{10}$ Мбайт – $2^{20}$ кбайт – $2^{30}$ байт;
1 Тбайт – $2^{10}$ Гбайт – $2^{20}$ Мбайт – $2^{30}$ кбайт – $2^{40}$ байт.

Таблиця 1.1 – Похідні одиниці для біта і байта

| Префікс | Степінь 2 | Степінь 10 |
|---|---|---|
| кіло- (к) | $2^{10}$ | $\approx 10^{3}$ |
| мега- (М) | $2^{20}$ | $\approx 10^{6}$ |
| гіга- (G або Г) | $2^{30}$ | $\approx 10^{3}$ |
| тера- (Т) | $2^{40}$ | $\approx 10^{12}$ |

*Система числення* – символічний метод запису чисел, подання чисел за допомогою заданого набору спеціальних письмових знаків. Усі системи числення діляться на дві групи: позиційні і непозиційні.

У *непозиційних системах* числення значення цифри (вага, тобто внесок, який вона робить у значення числа) не залежить від її позиції у записі числа. Наприклад, у римській системі числення в числі XXXII (тридцять два) вага цифри X у будь-якій позиції дорівнює десяти (10).

У *позиційних системах* числення значення цифри (вага) залежить від її розташування у числі. Наприклад, у десятковій системі число 757: перша цифра 7 – сім сотень, друга цифра 5 – п'ять десятків, третя цифра 7 – сім одиниць. Позиційні системи зручні тим, що вони дозволяють записувати будь-які числа за допомогою порівняно невеликої кількості знаків. Перевагою позиційних систем є простота і легкість виконання арифметичних операцій над числами, записаними в цих системах.

Позиція цифри в числі називається розрядом. Розряд числа зростає справа наліво, від молодших розрядів до старших. У десятковій системі цифра, що перебуває у крайній праворуч позиції (розряді) означає кількість одиниць, цифра, зміщена на одну позицію вліво, - кількість десятків, ще лівіше – сотень, потім тисяч і т. ін.

Кожна позиційна система характеризується певним алфавітом цифр та основою. Основа позиційної системи числення – кількість різних знаків і символів, які використовуються для зображення цифр у даній системі числення. Значення будь-якого числа визначається не тільки розрядністю (номером позиції), але також «ваговим» значенням та алфавітом системи числення. Будь-яка позиційна система може бути подана поліномом

$$d = a_n \cdot p^n + a_{n-1} \cdot p^{n-1} + \ldots + a_1 \cdot p^1 + a_0 \cdot p^0, \qquad (1.1)$$

де $a$ – алфавіт системи числення;
$p$ – основа системи числення;
$n$ – вага розряду.

*Наприклад:* $789 = 7 \cdot 10^2 + 8 \cdot 10^1 + 9 \cdot 10^0$ .

Існують такі позиційні системи числення:

- *десяткова система* числення має алфавіт з десяти символів (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9), основою системи є 10;
- *двійкова система* числення має алфавіт з двох символів (0, 1), основою системи є 2;
- *вісімкова система* числення має алфавіт з восьми символів (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), основа системи дорівнює 8;
- *шістнадцяткова система* числення має алфавіт з шістнадцяти символів (0, 1, 2, 3,…, 8, 9, A, B, C, D, E, F), основа системи дорівнює 16.

## Подання чисел у форматі з фіксованою і рухомою комою

Двійкові числа в обчислювальних пристроях розміщують у комірках пам'яті і для кожного розряду числа призначається окрема комірка, що зберігає один біт інформації. Сукупність комірок, призначених для розміщення одного двійкового числа, називають розрядною сіткою. Кількість осередків $n$ у розрядній сітці обмежена і залежить від конструктивних особливостей обчислювального пристрою. Розміщення розрядів числа в розрядній сітці проводиться різними способами. Спосіб розміщення визначається формою подання чисел в ЕОМ. Розрізняють дві форми подання двійкових чисел: з фіксованою комою і з рухомою комою.

Цілочислові значення в ЕОМ зберігаються в пам'яті у форматі з фіксованою комою. У тих ЕОМ, в роботі з якими користуються числами з фіксованою комою, застосовується звичайна форма запису чисел, тобто з постійною кількістю розрядів для цілої і дробової частини числа, отже, фіксація коми однакова для всіх чисел. Додавання і віднімання чисел з фіксованою комою проводяться за правилами звичайного двійкового додавання і віднімання, оскільки результат операції не впливає на положення коми. Однак при виконанні множення і ділення необхідно здійснювати корекцію положення коми. Наявність додаткових обчислень при поданні дробових чисел у форматі з фіксованою комою ускладнює розрахунки на ЕОМ. Недоліки формату з фіксованою комою – спостереження за положенням коми і порівняно невеликий діапазон зображених чисел, вони усуваються поданням чисел у форматі з рухомою комою.

Формат з рухомою комою використовується для розширення діапазону та зменшення відносної похибки подання чисел. В цьому форматі розряди числа розбиваються на два поля, що називаються мантиса і порядок. Якщо позначити мантису буквою $m$, а порядок букв – $n$, то величина числа $A = \pm\, m \pm n$. Цей запис є еквівалентом форми запису десяткових чисел $A = m \cdot 10^{\,n}$, де $m$ – множник, що містить всі цифри числа (мантиса), а $n$ – ціле число (порядок).

*Наприклад:* $200 = 2 \cdot 10^2; 36000000000 = 36 \cdot 10^9$.

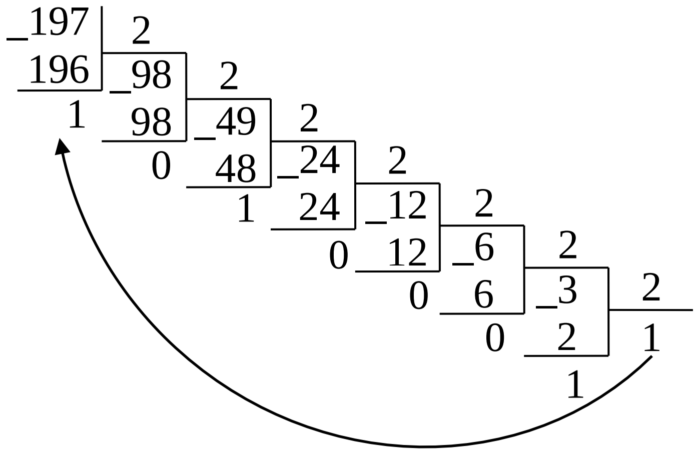
Для виділення додатних і від’ємних чисел в ЕОМ використовується знаковий розряд, причому знак «+» позначається цифрою 0, а знак «–» – цифрою 1.

**Перетворення з десяткової системи числення у двійкову, вісімкову, шістнадцяткову**

***Метод ділення.*** Для перетворення цілого числа з десяткової системи числення у будь-яку позиційну систему необхідно розділити десяткове число на основу нової системи числення, потім отриману частку знову розділити на основу нової системи числення і так до тих пір, поки в частці не залишиться число менше, ніж основа нової системи числення.

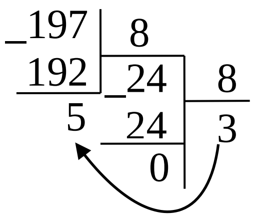
Число в новій системі числення запишеться у вигляді залишків від ділення, починаючи з останньої частки. Тобто перший залишок дає молодшу цифру, а останній – старшу.

*Приклад 1.* Десяткове число $197_{10}$ перетворити у двійкову систему числення.




Отже, $197_{10}=11000101_{2}$.

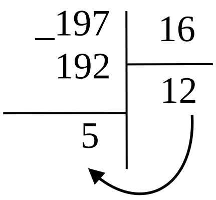
*Приклад 2.* Десяткове число $197_{10}$ перетворити у вісімкову систему числення.




Отже, $197_{10}=305_{8}$.

*Приклад 3.* Десяткове число $197_{10}$ перетворити у шістнадцяткову систему числення.

При перетворенні десяткового числа в шістнадцяткову систему треба враховувати, що алфавіт у шістнадцятковій системі числення, починаючи з 10 символу, має букви *A, B, C, D, E, F,* тому якщо в результаті ділення отримуємо числа більші за 9, їх треба переводити в символи шістнадцяткової системи.




Отже, $197_{10}=C5_{16}$.

***Метод віднімання.*** З десяткового числа віднімається найбільш можливий степінь двійки, у відповідний розряд двійкового числа записується одиниця, якщо різниця менше наступного степеня двійки, то далі записується нуль, а якщо більше – записується одиниця і знову проводиться віднімання, і так доти, поки вихідне число не зменшиться до нуля.

*Приклад 4.* Десяткове число $149_{10}$ перетворити у двійкове методом віднімання.

$$
\begin{array}{rl}
- & 149_{10}=10010101_2 \\
 & 128=2^7 \\
\hline
- & 21 \\
 & 16=2^4 \\
\hline
- & 5 \\
 & 4=2^2 \\
\hline
- & 1 \\
 & 1=2^0 \\
\hline
 & 0
\end{array}
$$

Таким чином, $149_{10}=10010101_2$.

*Приклад 5.* Десяткове дробове число $685{,}5_{10}$ перетворити у двійкове методом віднімання.

$$
\begin{array}{l}
685{,}5_{10}=1010101101{,}1_2 \\
512=2^9 \\
\hline
173{,}5 \\
128=2^7 \\
\hline
45{,}5 \\
32=2^5 \\
\hline
13{,}5 \\
8=2^3 \\
\hline
5{,}5 \\
2=2^4 \\
\hline
3{,}5 \\
2=2^1 \\
\hline
1{,}5 \\
1=2^0 \\
\hline
0{,}5 \\
0{,}5=2^{-1} \\
\hline
0
\end{array}
$$

Таким чином, $685{,}5_{10}=1010101101{,}1_2$.

***Метод множення.*** Даний метод застосовується для перетворення десяткових дробів, зокрема для чисел менших за одиницю. При цьому використовуємо множення числа на два, якщо результат $\geq 1$, то в старший розряд записується одиниця, якщо ні – нуль. Множимо на два тільки дробову частину результату і повторюємо процедуру далі до отримання потрібного ступеня точності або до обнулення результату.

*Приклад 6.* Десяткове число $0{,}321_{10}$ перевести у двійкове методом множення.

| | |
|---|---|
| 0,321·2=0,642 | -0 |
| 0,642·2=1,284 | -1 |
| 1,284·2=0,568 | -0 |
| 0,568·2=1,136 | -1 |
| 1,136·2=0,272 | -0 |
| 0,272·2=0,544 | -0 |

Отже, $0{,}321_{10}=0{,}010100_2$.

*Приклад 7.* Десяткове число $0{,}32812510_{10}$ перевести у вісімкове методом множення.

| | |
|---|---|
| 0,328125·8=2,625 | -2 |
| 0,625·8=5,00 | -5 |

Таким чином, $0{,}32812510_{10}=0{,}25_8$.

*Приклад 8.* Десяткове число $0{,}32812510_{10}$ перевести у шістнадцяткове методом множення.

| | |
|---|---|
| 0,328125·16=5,25 | -5 |
| 0,25·16=4,00 | -4 |

Таким чином, $0{,}3281251010=0{,}54_{16}$.

**Перетворення з двійкової, вісімкової, шістнадцяткової систем числення в десяткову**

Для перетворення числа з системи числення з основою *p* у десяткову систему числення необхідно скористатися формулою (1.1) і кожній позиції числа присвоїти певну вагу. Потім значення ваги позиції помножується на коефіцієнт, що займає цю позицію. Результати операцій множення, виконаних для всіх позицій числа, підсумовуються.

*Приклад 9.* Двійкове число $11001100_2$ перевести в десяткову систему числення.

$$\overset{7}{1}\ \overset{6}{1}\ \overset{5}{0}\ \overset{4}{0}\ \overset{3}{1}\ \overset{2}{1}\ \overset{1}{0}\ \overset{0}{0}{}_2$$

$$11001100_2 = 1\cdot 2^7 + 1\cdot 2^6 + 0\cdot 2^5 + 0\cdot 2^4 + 1\cdot 2^3 + 1\cdot 2^2 + 0\cdot 2^1 + 0\cdot 2^0 =$$
$$= 128 + 64 + 8 + 4 = 204_{10}\ .$$

*Приклад 10.* Двійкове число $110111{,}11_2$ перевести в десяткову систему числення.

$$\overset{5}{1}\ \overset{4}{1}\ \overset{3}{0}\ \overset{2}{1}\ \overset{1}{1}\ \overset{0}{1},\ \overset{-1}{1}\ \overset{-2}{1}{}_2$$

$$110111{,}11_2 = 1\cdot 2^5 + 1\cdot 2^4 + 0\cdot 2^3 + 1\cdot 2^2 + 1\cdot 2^1 + 1\cdot 2^0 + 1\cdot 2^{-1} + 1\cdot 2^{-2} =$$
$$= 36 + 16 + 4 + 2 + 1 + 0{,}5 + 0{,}25 = 55{,}75_{10}.$$

*Приклад 11.* Вісімкове число $537_8$ перевести в десяткове.

$$\overset{2}{5}\,\overset{1}{3}\,\overset{0}{7}{}_8 = 5\cdot 8^2 + 3\cdot 8^1 + 7\cdot 8^0 = 320 + 24 + 7 = 351_{10}.$$

*Приклад 12.* Вісімкове число $1172{,}25_8$ перевести в десяткове.

$$\overset{3}{1}\,\overset{2}{1}\,\overset{1}{7}\,\overset{0}{2},\,\overset{-1}{2}\,\overset{-2}{5}{}_8 = 1\cdot 8^3 + 1\cdot 8^2 + 7\cdot 8^1 + 2\cdot 8^0 + 2\cdot 8^{-1} + 5\cdot 8^{-2} = 634{,}328125_{10}.$$

*Приклад 13.* Шістнадцяткове число $3B2_{16}$ перевести в десяткове.

$$\overset{2}{3}\,\overset{1}{B}\,\overset{0}{2}{}_{16} = 3\cdot 16^2 + 11\cdot 16^1 + 2\cdot 16^0 = 768 + 160 + 2 = 946_{10}.$$

*Приклад 14.* Шістнадцяткове число $27A{,}54_{16}$ перевести в десяткове.

$$\overset{2}{2}\,\overset{1}{7}\,\overset{0}{A},\overset{-1}{5}\,\overset{-2}{4}{}_{16} = 2\cdot 16^{2} + 7\cdot 16^{1} + 10\cdot 16^{0} + 5\cdot 16^{-1} + 4\cdot 16^{-2} = 634{,}328125_{10}.$$

**Перетворення двійкової системи числення у вісімкову і шістнадцяткову та навпаки**

Для перетворення з двійкової системи числення у вісімкову необхідно згрупувати (починаючи з молодшого розряду) по три біти (тріади), далі кожну групу записати однією вісімковою цифрою (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Перетворення двійкових тріад у вісімкові цифри

| Двійкові тріади | 000 | 001 | 010 | 011 | 100 | 101 | 110 | 111 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Вісімкові цифри | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

*Приклад 15*. Двійкове число $1111011011001_2$ перевести у вісімкове:

$$\underbrace{001}_{1}\underbrace{111}_{7}\underbrace{011}_{3}\underbrace{011}_{3}\underbrace{001}_{1},$$

$$001_2 = 1_8;\ 011_2 = 3_8;\ 011_2 = 3_8;\ 111_2 = 7_8;\ 001_2 = 1_8.$$

Отже, $1111011011001_2 = 17331_8$.

З цього прикладу видно, що старші розряди двійкового числа треба доповнювати нулями до 3-х розрядів (тріад) у двійковому коді.

Для перетворення з двійкової системи числення у шістнадцяткову необхідно згрупувати (починаючи з молодшого розряду) по чотири біти (тетради), далі кожну групу записати однією шістнадцятковою цифрою (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Перетворення двійкових тетрад у шістнадцяткові значення

| Двійкові тетради | Шістнадцяткові цифри |
|---|---|
| 0000 | 0 |
| 0001 | 1 |
| 0010 | 2 |
| 0011 | 3 |
| 0100 | 4 |
| 1010 | 5 |
| 0110 | 6 |
| 0111 | 7 |
| 1000 | 8 |
| 1001 | 9 |
| 1010 | A |
| 1011 | B |
| 1100 | C |
| 1101 | D |
| 1110 | E |
| 1111 | F |

*Приклад 16.* Двійкове число $111001011011001_2$ перевести у шістнадцяткове:

$$\underbrace{0111}_{7}\underbrace{0010}_{2}\underbrace{1101}_{D}\underbrace{1001}_{9},$$

$$1001_2 = 9_{16}; 1101_2 = D_{16}; 0010_2 = 2_{16}; 0111_2 = 7_{16}.$$

Отже, $111001011011001_2 = 72D9_{16}$.

Для перетворення з вісімкової системи числення у двійкову необхідно кожну цифру вихідного числа записати у вигляді еквівалентного трибітного двійкового числа (див. таблицю1.2).

*Приклад 17.* Вісімкове число $7265_8$ перевести у двійкову систему числення:

$$\underbrace{7}_{111}\underbrace{2}_{010}\underbrace{6}_{110}\underbrace{5}_{101}$$

$$5_8 = 101_2;\, 6_8 = 110_2;\, 2_8 = 010_2;\, 7_8 = 111_2.$$

Отже, $7265_8$=$111010110101_2$.

Для перетворення з шістнадцяткової системи числення у двійкову необхідно кожну цифру вихідного числа записати у вигляді еквівалентного чотирибітного двійкового числа (див. таблицю 1.3).

*Приклад 18.* Шістнадцяткове число $A2E5F_{16}$ перевести у двійкову систему числення.

$$\underbrace{A}_{1010}\ \underbrace{2}_{0010}\ \underbrace{E}_{1110}\ \underbrace{5}_{0101}\ \underbrace{F}_{1111}$$

$$F_{16} = 1111_2;\, 5_{16} = 0101_2;\, E_{16} = 1110_2;\, 2_{16} = 0010_2;\, A_{16} = 1010_2.$$

Отже, $A2E5F_{16}$=$10100010111001011111_2$.

Перетворення з вісімкової системи числення у шістнадцяткову і навпаки відбувається за допомогою двійкового коду. Для перетворення вісімкового числа у шістнадцяткову систему числення спочатку це число перетворюють у двійкову систему, потім, розбиваючи на тетради, починаючи з молодшого біта, перетворюють у шістнадцяткову за допомогою таблиці 1.3. Для перетворення числа з шістнадцяткової системи у вісімкову дане число перетворюють у двійкову систему, потім розбивають його на тріади, починаючи з молодшого біта, і замінюють тріади відповідними еквівалентами у вісімковій системі.

*Приклад 19.* Вісімкове число $2473_8$ перевести у шістнадцяткову систему числення.

$$\underbrace{2}_{010}\ \underbrace{4}_{100}\ \underbrace{7}_{111}\ \underbrace{3}_{011}$$

$$3_8 = 011_2;\, 7_8 = 111_2;\, 4_8 = 100_2;\, 2_8 = 010_2.$$

$$\underbrace{0101}_{5}\underbrace{0011}_{3}\underbrace{1011}_{B}$$

$$1011_2 = B_{16};\, 0011_2 = 3_{16};\, 0101_2 = 5_{16}.$$

Отже, $2473_8$=$53B_{16}$.

*Приклад 20.* Шістнадцяткове число $CA5F_{16}$ перевести у вісімкову систему числення.

$$\underbrace{C}_{1100}\;\underbrace{A}_{1010}\;\underbrace{5}_{0101}\;\underbrace{F}_{1111}$$

$$F_{16} = 1111_2;\, 5_{16} = 0101_2;\, A_{16} = 1010_2;\, C_{16} = 1100_2.$$

$$\underbrace{001}_{1}\underbrace{100}_{4}\underbrace{101}_{5}\underbrace{001}_{1}\underbrace{011}_{3}\underbrace{111}_{7}$$

$$111_2 = 7_8;\, 011_2 = 3_8;\, 001_2 = 1_8; 101_2 = 5_8;\, 100_2 = 4_8;\, 001_2 = 1_8.$$

Таким чином, $CA5F_{16}$=$145137_8$.

**Порядок виконання**

1 Згідно з номером у журналі групи обрати у таблиці 1.4 варіант завдання 1.

1.1 Перевести число $\boldsymbol{a_{10}}$ у двійкову, шістнадцяткову і вісімкову системи числення. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

1.2 Перевести число $\boldsymbol{b_2}$ у десяткову, шістнадцяткову і вісімкову системи числення. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

1.3 Перевести число $\boldsymbol{c_{16}}$ у двійкову, десяткову і вісімкову системи числення. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

1.4 Перевести число $\boldsymbol{d_8}$ у двійкову, шістнадцяткову і десяткову системи числення. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

2 Згідно з номером у журналі групи вибрати з таблиці 1.5 варіант завдання 2.

2.1 Перевести число $\boldsymbol{x_2}$ з двійкової системи числення у десяткову. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

2.2 Перевести число $\boldsymbol{y_{10}}$ з десяткової системи числення у двійкову. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

2.3 Перевести число $\boldsymbol{z_{10}}$ з десяткової системи числення у вісімкову. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

2.4 Перевести число $\boldsymbol{v_{10}}$ з десяткової системи числення у шістнадцяткову. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

Таблиця 1.4 – Варіанти завдання

| **Номер варіанта** | **Число $a_{10}$** | **Число $b_2$** | **Число $c_{16}$** | **Число $d_8$** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **1** | 179 | 11010101 | *BD*4 | 7236 |
| **2** | 157 | 10101100 | *C*2*B* | 3415 |
| **3** | 179 | 10001011 | *B*94 | 7673 |
| **4** | 207 | 11011000 | 98*B* | 3416 |
| **5** | 197 | 11011001 | *EF*1 | 56761 |
| **6** | 234 | 10101010 | 2*F*8 | 12761 |
| **7** | 161 | 1001001 | 1*F*2 | 34262 |
| **8** | 217 | 10011011 | *AC*7 | 2345 |
| **9** | 142 | 11100011 | *F*16 | 6274 |
| **10** | 160 | 10010110 | *D*4*C* | 3457 |
| **11** | 169 | 11010111 | 92*E* | 1235 |
| **12** | 208 | 10101101 | *AA*1 | 4327 |
| **13** | 233 | 10111010 | 6*C*1 | 5632 |
| **14** | 225 | 10010010 | *F*74 | 2347 |
| **15** | 215 | 10010001 | *BCA* | 5617 |
| **16** | 165 | 11001011 | 4*C*3 | 5471 |
| **17** | 183 | 10001110 | 2*DA* | 2347 |
| **18** | 137 | 10010100 | *BF*8 | 5432 |
| **19** | 165 | 11100100 | *EB*1 | 6712 |
| **20** | 159 | 11011110 | *A*19 | 4512 |

Таблиця 1.5 – Варіанти завдання

| **Номер варіанта** | **Число $x_2$** | **Число $y_{10}$** | **Число $z_{10}$** | **Число $v_{10}$** |
|---|---|---|---|---|
| **1** | 110.111 | 0,759 | 0,6759 | 0,5259 |
| **2** | 1000.11 | 0,458 | 0,8352 | 0,4248 |
| **3** | 111.01 | 0,765 | 0,3965 | 0,7645 |
| **4** | 10011.11 | 0,843 | 0,9823 | 0,8443 |
| **5** | 100.011 | 0,446 | 0,4961 | 0,4476 |
| **6** | 1111.101 | 0,771 | 0,5661 | 0,7791 |
| **7** | 1101.1 | 0,352 | 0,3672 | 0,3532 |
| **8** | 10111.11 | 0,725 | 0,7275 | 0,7245 |
| **9** | 1110.011 | 0,358 | 0,1552 | 0,3578 |
| **10** | 11011.01 | 0,667 | 0,4678 | 0,6967 |
| **11** | 11001.001 | 0,953 | 0,9582 | 0,9453 |
| **12** | 11100.101 | 0,734 | 0,6314 | 0,7834 |
| **13** | 1111.011 | 0,845 | 0,1465 | 0,8485 |
| **14** | 1111.11 | 0,834 | 0,1184 | 0,8324 |
| **15** | 10101.1001 | 0,592 | 0,6189 | 0,5992 |
| **16** | 10010.001 | 0,387 | 0,4385 | 0,3877 |
| **17** | 11100.01 | 0,563 | 0,9543 | 0,5633 |
| **18** | 10011.11 | 0,762 | 0,3752 | 0,7672 |
| **19** | 11011.01 | 0,237 | 0,2537 | 0,2357 |
| **20** | 1001.01 | 0,567 | 0,3567 | 0,5367 |

**Завдання для самостійної роботи**

1 Згідно з номером у журналі групи вибрати із таблиці 1.6 варіант завдання.

2 Перевести число $k_2$ з двійкової системи числення у десяткову. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

3 Перевести число $l_8$ з вісімкової системи числення у десяткову. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

4 Перевести число $m_{16}$ з шістнадцяткової системи числення у десяткову. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

5 Перевести число $\boldsymbol{n_{10}}$ з десяткової системи числення у шістнадцяткову. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

6 Перевести число $\boldsymbol{p_{16}}$ з шістнадцяткової системи числення у вісімкову. Виконати перевірку, зробивши зворотне перетворення.

Таблиця 1.6 – Варіанти завдання

| **Номер варіанта** | **Число $k_2$** | **Число $l_8$** | **Число $m_{16}$** | **Число $n_{10}$** | **Число $p_{16}$** |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 1101111 | 157 | 19*A* | 948 | *AB*9 |
| **2** | 1000111 | 452 | *FD*45 | 279 | 45*F* |
| **3** | 1110110 | 7765 | 392*E* | 346 | *ED*3 |
| **4** | 1001111 | 4443 | *CA*3 | 244 | 569 |
| **5** | 1000110 | 445 | 57*B*2 | 864 | 4*B*8 |
| **6** | 1111101 | 2771 | 35*F*2 | 646 | *AD*89 |
| **7** | 11011 | 3352 | 5*B*4 | 212 | 45*D*1 |
| **8** | 101111111 | 7235 | 78*C* | 356 | 34*DA* |
| **9** | 11100011 | 2356 | 541*E* | 831 | *C*567 |
| **10** | 1101101 | 6674 | 45*BB* | 953 | 78*B*1 |
| **11** | 11001001 | 5532 | 91*A*3 | 267 | 49*FA* |
| **12** | 111010101 | 2341 | 9*B*37 | 373 | *F*9*D*6 |
| **13** | 11110111 | 3451 | 18*C*4 | 731 | 3*C*78 |
| **14** | 11111011 | 2341 | 97*F* | 852 | *E*42*F* |
| **15** | 101011001 | 5632 | 26*C* | 368 | *A*491 |
| **16** | 100101001 | 2317 | *D*29 | 942 | 895*C* |
| **17** | 11100001 | 4563 | *AA*22 | 257 | 34*D*5 |
| **18** | 10011101 | 7612 | 56*F*1 | 538 | *DC*38 |
| **19** | 110101101 | 2337 | 91*FA* | 479 | 67*CA* |
| **20** | 10010010 | 4567 | 8717 | 735 | *D*348 |

**Зміст звіту**

1 Назва роботи.
2 Мета роботи.
3 Завдання та порядок виконання роботи.
4 Результати обчислень.
5 Висновок.

**Контрольні питання**

- Що таке система числення?
- Яка система числення в обчислювальній техніці використовується як основна?
- Які типи систем числення ви знаєте?
- Чому система числення називається позиційною?
- Які символи містить система з основою 8, 16?
- Чим пояснити широке застосування двійкової системи числення?
- Чому дорівнює вага молодшого розряду цілого числа?
- Як пов’язана вага старшого розряду цілого числа з числом розрядів?
- Чому перший залишок від ділення вихідного числа на основу нової системи є молодшим розрядом числа в новій системі?
- Чому дорівнює вага старшого розряду дробу?
- Яке найбільше десяткове число можна записати трьома цифрами:
  - у двійковій системі;
  - у вісімковій системі;
  - у шістнадцятковій системі
- Яке найбільше натуральне число кодується 7 бітами?
- Яким чином здійснюється переведення чисел, якщо основа нової системи числення дорівнює деякому степеню старої системи числення?
- За яким правилом переводяться числа з десяткової системи числення?
- За яким правилом переводяться числа в десяткову систему числення?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

## АРИФМЕТИЧНІ ДІЇ У РІЗНИХ СИСТЕМАХ ЧИСЛЕННЯ

**Мета роботи** – засвоїти правила додавання, віднімання, множення і ділення у різних системах числення.

### Загальні відомості

Арифметичні операції в усіх позиційних системах числення виконуються за тими ж відомими правилами, з якими працюємо у десятковій системі числення.

Арифметика у двійковій системі числення заснована на використанні правил додавання, віднімання та множення.

| ***Правило додавання*** | ***Правило віднімання*** | ***Правило множення*** |
|---|---|---|
| 0 + 0 = 0 | 0 - 0 = 0 | 0 · 0 = 0 |
| 0 + 1 = 1 | 1 - 0 = 1 | 0 · 1 = 0 |
| 1 + 0 = 1 | 1 - 1 = 0 | 1 · 0 = 0 |
| 1 + 1 = (1)0 | (1)0 - 1 = 1 | 1 · 1 = 1 |
| *перенесення одиниці до старшого розряду* | *перенесення одиниці зі старшого розряду* | |

Двійкове додавання виконується за тими ж правилами, що і в десятковій системі числення, тобто порозрядно, але з тією лише різницею, що перенесення одиниці в старший розряд проводиться після того, як сума досягне не десяти, а двох ($10_2$).

*Приклад 1.* Виконати додавання двійкових чисел $1101_2+1110_2$, а саме

$$
\begin{array}{ccccc}
 & 1 & & & \\
+ & 1 & 1 & 0 & 1 \\
 & 1 & 1 & 1 & 0 \\
\hline
1 & 1 & 0 & 1 & 1
\end{array}
$$

Отже, $1101_2+1110_2=11011_2$.

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$$\overset{3}{1}\overset{2}{1}\overset{1}{0}\overset{0}{1}_2 = 1\cdot 2^3 + 1\cdot 2^2 + 0\cdot 2^1 + 1\cdot 2^0 = 13_{10};$$
$$\overset{3}{1}\overset{2}{1}\overset{1}{1}\overset{0}{0}_2 = 1\cdot 2^3 + 1\cdot 2^2 + 1\cdot 2^1 + 0\cdot 2^0 = 14_{10};$$
$$\overset{4}{1}\overset{3}{1}\overset{2}{0}\overset{1}{1}\overset{0}{1}_2 = 1\cdot 2^4 + 1\cdot 2^3 + 0\cdot 2^2 + 1\cdot 2^1 + 1\cdot 2^0 = 27_{10}.$$

*Приклад 2*. Виконати додавання двійкових чисел $10101{,}11_2+111{,}101_2$,

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| + | 1 | 0 | 1 | 0 | 1, | 1 | 1 | |
| | | | 1 | 1 | 1, | 1 | 0 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 0 | 1, | 0 | 1 | 1 |

Отже, $10101{,}11_2+111{,}101_2=11101{,}011_2$.

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$$\overset{4}{1}\overset{3}{0}\overset{2}{1}\overset{1}{0}\overset{0}{1},\overset{-1}{1}\ \overset{-2}{1}\ {}_2 = 1\cdot 2^4 + 0\cdot 2^3 + 1\cdot 2^2 + 0\cdot 2^1 + 1\cdot 2^0 + 1\cdot 2^{-1} + 1\cdot 2^{-2} =$$
$$= 21 + 0{,}75 = 21{,}75_{10};$$
$$\overset{2}{1}\overset{1}{1}\overset{0}{1},\ \overset{-1}{1}\ \overset{-2}{0}\ \overset{-3}{1}\ {}_2 = 1\cdot 2^2 + 1\cdot 2^1 + 1\cdot 2^0 + 1\cdot 2^{-1} + 0\cdot 2^{-2} + 1\cdot 2^{-3} = 7{,}625_{10};$$

$$\overset{4}{1}\overset{3}{1}\overset{2}{1}\overset{1}{0}\overset{0}{1},\ \overset{-1}{0}\ \overset{-2}{1}\ \overset{-3}{1}\ {}_2 = 1\cdot 2^4 + 1\cdot 2^3 + 1\cdot 2^2 + 0\cdot 2^1 + 1\cdot 2^0 + 0\cdot 2^{-1} + 1\cdot 2^{-2} + 1\cdot 2^{-3} =$$
$$= 29 + 0{,}625 = 29{,}325_{10}.$$

***Примітка.*** При додаванні кількох доданків стежити за одиницями перенесення у старші розряди, тому що ці одиниці можуть переходити не тільки в сусідні старші розряди, але і вище.

*Приклад 3*. Виконати додавання двійкових чисел $1111_2+1101_2+10001_2+0111_2$.

При додаванні першого розряду отримують число 4, яке є трирозрядним двійковим числом 100. Отже, у цьому розряді буде нуль, а перенесення одиниці роблять у 3-й вищий розряд. У 2-му розряді отримують 2, у цьому випадку перенесення роблять у сусідній вищий розряд. У 3-му розряді з урахуванням перенесення двох одиниць виходить число 5, яке дорівнює трирозрядному числу 101 у двійковій системі числення, тому одиницю у цьому розряді залишають, а 100 переносять через один розряд. У 4-му розряді отримують 2, отже, залишають нуль, а одиницю переносять у сусідній вищий розряд. У 5-му розряді отримують 3, яке дорівнює дворозрядному числу 11, одиницю залишають, а другу одиницю переносять у вищий розряд,

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

Отже, $1111_2+1101_2+10001_2+0111_2=110100_2$.

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$1111_2=15_{10}$;
$1101_2=13_{10}$;
$10001_2=17_{10}$;
$0111_2=7_{10}$;
$15+13+17+7=52_{10}$.

$$\overset{5}{1}\overset{4}{1}\overset{3}{0}\overset{2}{1}\overset{1}{0}\overset{0}{0}_2 = 1\cdot 2^5 + 1\cdot 2^4 + 0\cdot 2^3 + 1\cdot 2^2 + 0\cdot 2^1 + 0\cdot 2^0 = 32+16+4 = 52_{10}.$$

*Додавання у шістнадцятковій системі числення* виконується порозрядно, починаючи з молодших розрядів. Кожний символ перетворюється у десяткову систему числення, потім виконується додавання, а результат обернено переводиться назад у шістнадцяткову систему.

*Приклад 4.* Виконати додавання двох чисел у шістнадцятковій системі числення $FB_{16}+C6_{16}$,

$$\begin{array}{r} 1 \\ + \quad FB \\ C6 \\ \hline 1C1 \end{array}$$

$B_{16}+6_{16}=11_{10}+6_{10}=17_{10}=16_{10}+1_{10}=11_{16}$;
$F_{16}+C_{16}+1_{16}=15_{10}+12_{10}+1_{10}=28_{10}=16_{10}+12_{10}=1C_{16}$;
↖перенесення з молодших розрядів
$FB_{16}+C6_{16}=1C1_{16}$.

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$FB_{16}=15\cdot16^1+11\cdot16^0=251_{10}$;
$C6_{16}=13\cdot16^1+6\cdot16^0=198_{10}$;
$251_{10}+198_{10}=449_{10}$;
$1C1_{16}=1\cdot16^2+13\cdot16^1+1\cdot16^0=449_{10}$.

*Приклад* 5. Виконати додавання двох чисел у шістнадцятковій системі числення $FDB_{16} + 49F_{16} + C5A_{16}$ :

$B_{16} + F_{16} +A_{16} = 11_{10} + 15_{10} + 10_{10}= 36_{10} = 16_{10} + 16_{10} + 4_{10} = 24_{16}$;
$D_{16}+9_{16} + 5_{16} + 2_{16} = 14_{10} + 9_{10} + 5_{10} + 2_{10} = 29_{10}=16_{10} + 14_{10} = 1D_{16}$;
перенесення з молодших розрядів
$F_{16} + 4_{16} + C_{16} + 1_{16} = 15_{10} + 4_{10} + 13_{10} + 1_{10} = 32_{10} = 16_{10} + 16_{10} = 20_{16}$.
перенесення з молодших розрядів
$FDB_{16} + 49F_{16} + C5A_{16} = 20D4_{16}$.
Зробимо перевірку у десятковій системі числення:
$FDB_{16} = 15\cdot16^2 + 14\cdot16^1 + 12\cdot16^0 = 4059_{10}$;
$49F_{16} = 4\cdot16^2 + 9\cdot16^1 +15\cdot16^0 = 1183_{10}$;
$C5A_{16} = 13\cdot16^2 + 5\cdot16^1 + 10\cdot16^0 = 123162_{10}$;
$4059_{10} + 1183_{10} + 3162_{10} = 8404_{10}$;
$20D4_{16} = 2\cdot16^3 + 0\cdot16^2 + 14\cdot16^1 + 4\cdot16^0 = 8404_{10}$.

*При відніманні двійкових чисел*, якщо віднімається 0 – 1, то в даному випадку займається 1 зі старшого розряду. Ця зайнята одиниця зі старшого розряду переходить у молодший як дві одиниці (тобто старший розряд подається двійкою більшого степеня) 2 – 1=1. Відповідь записуємо 1.

*Приклад 6*. Виконати віднімання двійкових чисел $11001_2 – 1101_2$,

$$
\begin{array}{cccccc}
- & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\
 & & 1 & 1 & 0 & 1 \\
\hline
 & & 1 & 1 & 0 & 0
\end{array}
$$

Таким чином, $11101_2 - 1101_2 = 1100_2$.

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$\overset{4}{1}\overset{3}{1}\overset{2}{0}\overset{1}{0}\overset{0}{1}_2 = 25_{10}$;

$\overset{3}{1}\overset{2}{1}\overset{1}{0}\overset{0}{1}_2 = 13_{10}$;

$25_{10} – 13_{10} = 12_{10}$;

$\overset{3}{1}\overset{2}{1}\overset{1}{0}\overset{0}{0}_2 = 12_{10}$.

*Приклад 7*. Виконати віднімання двійкових чисел $11{,}01_2 – 1{,}1_2$,

$$
\begin{array}{ccccc}
- & 1 & 1, & 0 & 1 \\
 & & 1, & 1 & \\
\hline
 & & 1, & 1 & 1
\end{array}
$$

Таким чином, $11{,}01_2 – 1{,}1_2 = 1{,}11_2$.

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$\overset{1}{1}\overset{0}{1},\overset{-1}{0}\ \overset{-2}{0}\ _2 = 3{,}25_{10}$;

$\overset{0}{1},\overset{-1}{1}\ _2 = 1{,}5_{10}$;

$3{,}25_{10} – 1{,}5_{10} = 1{,}75_{10}$;

$\overset{1}{1},\overset{-1}{1}\ \overset{-2}{1}\ _2 = 1{,}75_{10}$.

*При множенні у двійковій системі числення* двох $n$-розрядних чисел отримуємо $2^n$-розрядний добуток. Множення виконується за допомогою операцій зсуву і додавання.

*Приклад 8.* Виконати множення двійкових чисел $111_2 \cdot 101_2$,

$$
\begin{array}{cccccc}
 & & & 1 & 1 & 1 \\
 & & & 1 & 0 & 1 \\
\hline
 & & + & 1 & 1 & 1 \\
 & + & 0 & 0 & 0 & \\
 & 1 & 1 & 1 & & \\
\hline
1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1
\end{array}
$$

Отже, $111_2 \cdot 101_2 = 100011_2$.

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$\overset{2}{1}\overset{1}{1}\overset{0}{1}_2 = 7_{10}$;

$\overset{2}{1}\overset{1}{0}\overset{0}{1}_2 = 5_{10}$;

$7_{10} \cdot 5_{10} = 35_{10}$;

$$\overset{5}{1}\overset{4}{0}\overset{3}{0}\overset{2}{0}\overset{1}{1}\overset{0}{1}_2 = 1\cdot 2^5 + 0\cdot 2^4 + 0\cdot 2^3 + 0\cdot 2^2 + 1\cdot 2^1 + 1\cdot 2^0 = 32 + 2 + 1 = 35_{10}.$$

Ділення двійкових чисел здійснюється за тими ж правилами, що й для десяткових. При цьому використовуються правила двійкового множення і віднімання.

*Приклад 9.* Виконати ділення двійкових чисел $101010_2 : 111_2$,

$$
\begin{array}{rr|r}
\_ & 101010 & 111 \\
\cline{3-3}
 & 111 & 110 \\
\cline{1-2}
 & \_00111 & \\
 & 111 & \\
\cline{1-2}
 & 0 & 
\end{array}
$$

Отже, $101010_2 : 111_2 = 110_2$.

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$101010_2 = 42_{10}$;

$111_2 = 7_{10}$;

$42_{10} : 7_{10} = 6_{10}$;

$110_2 = 6_{10}$.

Першим етапом є знаходження числа в діленому, яке було б більше за дільник (починаючи від старшого розряду). У даному прикладі це число 1010. Далі необхідно підібрати ділене цьому числу. Оскільки це цифра 0 або 1 та 1010 більше за 111, тому в частці пишемо першу 1. Множимо цю 1 на дільник, результат записуємо під ділене, дотримуючись розрядності. Виконуємо віднімання за правилами обчислення у двійковій системі числення. Зносимо наступну цифру діленого й отримане число порівнюємо з дільником. У даному прикладі отримали число 111, яке дорівнює дільнику 111, тому в частці записуємо 1. Знову виконуємо віднімання й отримуємо нуль. Але в діленому залишився останній розряд нуля, тому в частці записуємо нуль. Отже, відповідь 110.

*Приклад 10.* Виконати ділення двійкових чисел $110010_2$:$1010_2$,

$$
\begin{array}{lr|l}
- & 110010 & 1010 \\ \cline{3-3}
 & 1010 & 101 \\ \cline{1-2}
- & 001010 & \\
 & 1010 & \\ \cline{1-2}
 & 0 &
\end{array}
$$

Таким чином, $110010_2$:$1010_2$=$101_2$.

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$110010_2 = 50_{10}$;

$1010_2 = 10_{10}$;

$50_{10} : 10_{10} = 5_{10}$;

$101_2 = 5_{10}$.

*Приклад 11.* Виконати ділення двійкових чисел $11001_2$:$101000_2$,

| | |
|---|---|
| 11001 | 101000 |
| _110010 | 0,101 |
| 101000 | |
| _101000 | |
| 101000 | |
| 0 | |

Отже, $11001_2$:$101000_2$=$0{,}101_2$.

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$11001_2 = 25_{10}$;

$101000_2 = 40_{10}$;

| | |
|---|---|
| 25 | 40 |
| _250 | 0,625 |
| 240 | |
| _100 | |
| 80 | |
| _200 | |
| 200 | |
| 0 | |

$25_{10} : 40_{10} = 0{,}625_{10}$.

Як видно з наведених прикладів, операція ділення може бути подана як операція порівняння, зсуву та додавання.

У вісімковій системі числення всі операції проводяться за тими ж правилами, за якими ці дії виконуються у десятковій системі числення. При виконанні операцій додавання і віднімання зручно використовувати вісімкову таблицю здавання, а при виконанні операції множення – таблицю множення.

*Приклад 12.* Додавання вісімкових чисел $741_8$+$252_8$,

| | | | |
|---|---|---|---|
| + | 7 | 4 | 1 |
| | 2 | 5 | 2 |
| 1 | 2 | 1 | 3 |

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$$\overset{2}{7}\overset{1}{4}\overset{0}{1}_8 = 7 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 1 \cdot 8^0 = 481_{10};$$

$\overset{2}{2}\overset{1}{5}\overset{0}{2}_8 = 2\cdot 8^2 + 5\cdot 8^1 + 2\cdot 8^0 = 170_{10}$;

$\overset{3}{1}\overset{2}{2}\overset{1}{1}\overset{0}{3}_8 = 1\cdot 8^3 + 2\cdot 8^2 + 1\cdot 8^1 + 3\cdot 8^0 = 651_{10}$.

$481_{10} + 179_{10} = 651_{10}$.

*Приклад 13*. Віднімання вісімкових чисел $346_8$-$154_8$,

$$
\begin{array}{rccc}
- & 3 & 4 & 6 \\
 & 1 & 5 & 4 \\
\hline
 & 1 & 7 & 2
\end{array}
$$

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$\overset{2}{3}\overset{1}{4}\overset{0}{6}_8 = 3\cdot 8^2 + 4\cdot 8^1 + 6\cdot 8^0 = 230_{10}$;

$\overset{2}{1}\overset{1}{5}\overset{0}{4}_8 = 1\cdot 8^2 + 5\cdot 8^1 + 4\cdot 8^0 = 108_{10}$;

$230_{10} - 154_{10} = 122_{10}$;

$\overset{2}{1}\overset{1}{7}\overset{0}{2}_8 = 1\cdot 8^2 + 7\cdot 8^1 + 2\cdot 8^0 = 122_{10}$.

*Приклад 14*. Виконати множення вісімкових чисел $31_8 \cdot 23_8$,

$$
\begin{array}{ccc}
\times & 3 & 1 \\
 & 2 & 3 \\
\hline
7 & 3 & 3
\end{array}
$$

Зробимо перевірку в десятковій системі числення:

$\overset{1}{3}\overset{0}{1}_8 = 3\cdot 8^1 + 1\cdot 8^0 = 25_{10}$;

$\overset{1}{2}\overset{0}{3}_8 = 2\cdot 8^1 + 3\cdot 8^0 = 19_{10}$;

$25_{10} \cdot 19_{10} = 475_{10}$;

$\overset{2}{7}\overset{1}{3}\overset{0}{3}_8 = 7\cdot 8^2 + 3\cdot 8^1 + 3\cdot 8^0 = 475_{10}$.

*Приклад 15*. Виконати множення вісімкових чисел $1170{,}64_8 \cdot 46{,}3_8$:

$$
\begin{array}{r}
1170,64 \\
\underline{\phantom{000}46,3} \\
355\,234 \\
7324\,70\phantom{0} \\
\underline{47432\,0\phantom{00}} \\
57334,134\,.
\end{array}
$$

Таким чином, $1170.64_8 \cdot 46,3_8 = 57334,134_{(8)}$.

Зробимо перевірку у десятковій системі числення:

$1170,64_8 = 8^3 \cdot 1 + 8^2 \cdot 1 + 8^1 \cdot 7 + 8^0 \cdot 0 + 8^{-1} \cdot 6 + 8^{-2} \cdot 4 = 632,8125_{10}$;

$46,3_8 = 8^1 \cdot 4 + 8^0 \cdot 6 + 8^{-1} \cdot 3 = 38,375_{10}$;

$632,8125_{10} \cdot 38,375_{10} = 24284,1796_{10}$;

$57334,134_{(8)} = 8^4 \cdot 5 + 8^3 \cdot 7 + 8^2 \cdot 3 + 8^1 \cdot 3 + 8^0 \cdot 4 + 8^{-1} \cdot 1 + 8^{-2} \cdot 3 + 8^{-3} \cdot 4 = =24284,1796_{10}$.

**Порядок виконання**

1 Виконати розрахунок числа:

$$a = ((N \cdot 181 + 45341) \cdot g)\%61492 + 546;$$
$$b = ((N + g) \cdot 151)\%62 + 46;$$
$$c = ((N + g) \cdot 37)\%14 + 8,$$

де $N$ – номер за журналом; $g$ – код групи; % – залишок від ділення 2-х чисел.

2 Перевести число $a$ у двійкову, вісімкову та шістнадцяткову системи числення.

3 Перевести число $b$ у двійкову, вісімкову та шістнадцяткову системи числення.

4 Перевести число $c$ у двійкову, вісімкову та шістнадцяткову системи числення.

5 Виконати додавання двох чисел $a$ і $b$ у двійковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

6 Виконати додавання двох чисел $a$ і $c$ у вісімковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

7 Виконати додавання двох чисел $b$ і $c$ у шістнадцятковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

8 Перемножити числа $a$ і $b$ у двійковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

9 Перемножити числа $c$ і $b$ у вісімковій системі числення. Перевірити результат в десятковій системі числення.

10 Виконати віднімання двох чисел $a$ і $b$ у двійковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

11 Виконати ділення двох чисел $b$ і $c$ у двійковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

12 Виконати віднімання двох чисел $a$ і $c$ у вісімковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

**Завдання для самостійної роботи**

***Завдання 1***. Арифметичні операції у двійковій системі числення (таблиця 2.1).

1 Виконати додавання у двійковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

2 Виконати додавання у двійковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

3 Виконати множення у двійковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

4 Виконати віднімання у двійковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

Таблиця 2.1 – Варіанти завдання

| **Номер варіанта** | **1** | **2** | **3** | **4** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 11011+1011 | 11,101+111,01 | 1011·11 | 11011–1101 |
| 2 | 11011+101111 | 101,101+11,0001 | 111·1001 | 10010–1011 |
| 3 | 110111+11011 | 110,101+11,001 | 101·101 | 11001–1010 |
| 4 | 110111+11011 | 0111,101+111,01 | 11·1010 | 10101–1100 |
| 5 | 110111+101011 | 1111,10+11,101 | 1011·101 | 11001–1001 |
| 6 | 1101011+10111 | 1001,11+11,1 | 101·110 | 11101–1101 |
| 7 | 110111+101011 | 11,101+110,101 | 101·101 | 10001–1111 |
| 8 | 11011+10111 | 111,10+11,1101 | 101·1010 | 10111–1000 |
| 9 | 110111+10111 | 1111,1+11,101 | 1110·101 | 11101–1001 |
| 10 | 110101+11011 | 111,101+1,1101 | 1010·100 | 10000–1111 |
| 11 | 110111+10011 | 11,11+111,011 | 1100·1010 | 10011–1011 |

Продовження таблиці 2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 12 | 1101011+1011 | 11,111+111,01 | 1011·1101 | 11010–0101 |
| 13 | 110111+11011 | 111,101+11,1 | 1010·1110 | 10001–0001 |
| 14 | 110101+11011 | 1111,1+11,101 | 1010·1101 | 10101–0111 |
| 15 | 110101+111011 | 101,101+110,1 | 10101·111 | 11111–1001 |
| 16 | 110111+10011 | 111,01+110,101 | 110·1110 | 10011–0111 |
| 17 | 110111+11111 | 111,101+111,1101 | 1011·1111 | 11101–1011 |
| 18 | 110101+1111 | 10,101+11,01 | 1111·110 | 11110–0011 |
| 19 | 11011+10011 | 111,01+110,11 | 100·1101 | 11100–1001 |
| 20 | 1101011+11011 | 111,11+11,101 | 10101·11 | 10111–1010 |

***Завдання 2.*** Арифметичні операції у різних системах числення (таблиця 2.2).

1 Виконати додавання у вісімковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

2 Виконати віднімання у вісімковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

3 Виконати додавання у шістнадцятковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

4 Виконати ділення у двійковій системі числення. Перевірити результат у десятковій системі числення.

Таблиця 2.2 – Варіанти завдання

| **Номер варіанта** | **1** | **2** | **3** | **4** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 343+424 | 5322–432 | *A*2*DB*+3*FEC* | 10110:1011 |
| 2 | 422+423 | 7322–134 | 328*F*+*CB*26 | 11011:1010 |
| 3 | 532+643 | 6427–244 | 8*AF*7+9*ED*1 | 10011:1001 |
| 4 | 653+723 | 5322–375 | 3*CE*3+2*BCF* | 11101:1111 |
| 5 | 642+734 | 1234–573 | 246*E*+*A*234 | 10101:1101 |
| 6 | 643+275 | 7532–421 | *FE*71+*A*46*B* | 11110:0011 |
| 7 | 732+367 | 4352–212 | 29*AC*+429*F* | 10101:0101 |
| 8 | 324+532 | 6343–743 | *D*3*B*6+1*F*8*A* | 1001:1101 |
| 9 | 643+733 | 6437–432 | 36*F*9+8*ED*1 | 11010:1000 |
| 10 | 233+174 | 3332–643 | 435*A*+*DE*67 | 11101:0011 |
| 11 | 321+457 | 7437–422 | *B*3*C*8+137*E* | 11101:0111 |
| 12 | 123+461 | 5375–677 | 53*FA*+1*B*79 | 10001:1111 |

Продовження таблиці 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|
| 13 | 577+321 | 3532–357 | *D*329+*BA*72 | 11111:0101 |
| 14 | 657+321 | 3464–242 | 45*FD*+*A*28*B* | 10101:1101 |
| 15 | 732+432 | 7557–122 | 54*FE*+*AB*32 | 11011:1001 |
| 16 | 435+277 | 3545–554 | *C*6*B*8+234*E* | 10100:1110 |
| 17 | 157+354 | 1123–432 | 3546+*AFDE* | 11010:1011 |
| 18 | 313+423 | 6573–355 | 53*FC*+*A*249 | 10000:1010 |
| 19 | 436+734 | 7551–465 | *D*7*AE*+*C*465 | 11010:0010 |
| 20 | 274+177 | 2531–241 | 34*DC*+*AF*45 | 10111:0101 |

**Зміст звіту**

1 Назва роботи.
2 Мета роботи.
3 Завдання та порядок виконання роботи.
4 Результати розрахунків.
5 Висновок.

**Контрольні питання**

- Які арифметичні дії у двійковій системі числення?
- Які арифметичні дії у вісімковій системі числення?
- Які арифметичні дії у шістнадцятковій системі числення?
- Які правила додавання двійкових чисел з фіксованою комою?
- Виконати додавання $10001_2$+11101, $AFA_{16}+5C_{16}$.
- Виконати віднімання $1011101_2–100101_2$.
- Виконати множення $101101_2 \cdot 1101_2$.

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

# ПРЯМИЙ, ДОДАТКОВИЙ ТА ЗВОРОТНИЙ КОДИ

**Мета роботи –** отримати практичні навички та засвоїти правила побудови прямого, додаткового, зворотного кодів у двійковій системі числення.

## Загальні відомості

В обчислювальній техніці з метою спрощення виконання арифметичних операцій застосовують спеціальні коди для подання чисел. Використання кодів дозволяє звести операцію віднімання чисел до арифметичного додавання кодів цих чисел. Застосовують прямий, зворотний і додатковий коди. Прямий код використовується для подання від’ємних чисел у запам'ятовувачі ЕОМ, а також при множенні та діленні; зворотний, додатковий коди – для заміни операції віднімання операцією додавання, що спрощує пристрій арифметичного блока ЕОМ. До кодів висуваються такі вимоги: розряди числа в коді жорстко пов’язані з певною розрядною сіткою, для запису коду знака в розрядній сітці відводиться фіксований та строго визначений розряд. Знаковим розрядом є крайній розряд у розрядній сітці.

Від’ємні десяткові числа при введенні автоматично перетворюються на зворотний або додатковий двійковий код і в такому вигляді зберігаються, переміщуються і беруть участь у математичних операціях. При виведенні чисел відбувається зворотне перетворення у від’ємні десяткові числа. Від’ємні числа в прямому, зворотному і додатковому кодах мають різне зображення.

**Прямий код** двійкового числа являє собою код, отриманий прямим перетворенням числа з десяткової системи числення у двійкову. Значення знакового розряду для додаткових чисел дорівнює нулю, а для від’ємних чисел – 1. Знаковий розряд відокремлюється точкою від розрядів двійкового коду числа. Отримані при додаванні числа у всіх кодах зображуються однаково – двійковими кодами з цифрою нуль у знаковому розряді.

*Приклад 1.* Прямий код числа 6 і –6 (величина розрядної сітки n = 4):

+6→0.0110;
-6→1.0110.

знаковий розряд

**Зворотний код.** Зворотний код позитивного додаткового числа збігається з прямим кодом. Зворотний код від’ємного числа отримується з прямого коду шляхом інверсії всіх його розрядів, окрім знакового. Для цього всі цифри числа замінюються на протилежні, а в знаковий розряд ставиться одиниця.

*Приклад 2.* Зворотний код числа –6 (величина розрядної сітки n = 4):

+6→0.0110 – прямий код;
–6→1.0110 – прямий код;
–6→1.1001 – зворотний код.

**Додатковий код.** Додатковий код для додатного числа збігається з прямим кодом. Додатковий код від’ємного числа отримується зі зворотного коду шляхом додавання одиниці до його молодшого розряду.

*Приклад 3.* Додатковий код числа –6 (величина розрядної сітки n = 4):

+6→0.0110 – прямий код;
–6→1.0110 – прямий код;
–6→1.1001 – зворотний код;

$$\begin{array}{r} +1.1001 \\ 1 \\ \hline 1.1010 \end{array}$$

–6→1.1010 – додатковий код.

## Особливості віднімання чисел у двійковій системі числення за допомогою додаткового коду

Віднімання у двійковій системі числення за допомогою додаткового коду замінюється операцією додавання прямого та додаткового кодів або додаткового та додаткового кодів різних значень (чисел) у випадку віднімання двох від'ємних чисел.

Наприклад, якщо за основу подання коду взято один байт, то для подання числа буде відведено 7 розрядів, а для запису коду знака – один розряд.

При додаванні чисел у прямому та додатковому кодах, якщо результат є додатним числом, виникає одиниця перенесення у знаковому розряді, яка випадає за розрядну сітку та не впливає на результат. Перед тим, як виконувати додавання двійкових чисел у прямому та додатковому кодах, треба зрівняти кількість розрядів у числах у двійковому коді до того, як перетворювати число з прямого коду в додатковий. Додавання відсутніх розрядів здійснюється шляхом написання нулів у старших розрядах.

*Приклад 4.* Виконати віднімання двох чисел у двійковій системі числення за допомогою додаткового коду $12_{10}–7_{10}$.

Замінимо операцію віднімання операцією додавання

$$12_{10}–7_{10}=12_{10}+(–7_{10})=5_{10}.$$

Перетворюємо числа з десяткової системи числення у двійкову:

$12_{10}=1100_2$;

$7_{10}=0111_2$.

Записуємо прямий код чисел:

$+12_{10}\rightarrow 0.1100_2$ – прямий код числа $+12_{10}$;

$–7_{10}\rightarrow 1.0111_2$ – прямий код числа $–7_{10}$.

Отримуємо додатковий код числа $–7_{10}$ у двійковій системі числення:

$–7_{10}\rightarrow 1.0111_2$ – прямий код;

1.1000 – зворотний код;

1.1001 – додатковий код.

Додаємо до прямого коду числа +12 додатковий код числа -7 за правилами додавання у двійковій системі числення:

$$
\begin{array}{r}
{}_{+}\ 0.1100 \\
1.1001 \\
\hline
10.0101
\end{array}
$$

↖

одиниця випадає за розрядну сітку.

$12_{10}–7_{10}=1100_2–1001_2=0101_2$.

Зробимо перевірку

$0101_2=5_{10}$.

*Приклад 5.* Виконати віднімання двох чисел у двійковій системі числення за допомогою додаткового коду $122_{10}–34_{10}$.

Замінимо операцію віднімання операцією додавання

$122_{10}–34_{10}=122_{10}+(–34_{10})=88_{10}$.

Перетворюємо числа з десяткової системи числення у двійкову:

$122_{10}=1111010_2$;

$34_{10}=100010_2$.

Перед тим, як перетворювати число -34 у додатковий код, треба підрахувати кількість розрядів у двійкових числах та зрівняти необхідну кількість розрядів, додавши нулі у старшому розряді.

$122_{10}=1111010_2$ – 7 розрядів;

$34_{10}=100010_2$ – 6 розрядів.

Існує різниця в один розряд, тому у двійковому коді числа 34 треба у старшому розряді додати нуль:

$34_{10}=0100010_2$.

Додаємо знаковий розряд та записуємо прямий код чисел:

$+122_{10}\to0.1111010_2$ – прямий код числа $+122_{10}$;

$–34_{10}\to1.0100010_2$ – прямий код числа $–34_{10}$.

Отримуємо додатковий код числа $–34_{10}$ у двійковій системі числення:

$–34_{10}\to1.0100010_2$ – прямий код;

1.1011101 – зворотний код;

1.1011110 – додатковий код.

Додаємо до прямого коду числа 122 додатковий код числа 34 у двійковій системі числення:

$$\begin{array}{r} + \; 0.1111010 \\ 1.1000000 \\ \hline 10.1011000 \end{array}$$

↖

випадає за розрядну сітку.

$122_{10}–34_{10}=1111010_2–100010_2=1011000_2$.

Зробимо перевірку

$1011000_2=88_{10}$.

**Порядок виконання**

1 Виконати додавання двійкових чисел у прямому коді, перевірити результат, перейшовши в десяткову систему числення.

Підрахунок суми Z = X + Y, де:

Варіант 1 1) X = 00111111; Y = 00101111; 2) X = - 01111000; Y = 01101011; 3) X = 01000101; Y = - 01010010.

Варіант 2 1) X = 00101111; Y = 00111000; 2) X = - 01010110; Y = 01001011; 3) X = 01001100; Y = - 10000000.

Варіант 3 1) X = 00010100; Y = 00100100; 2) X = - 01111000; Y = 00101101; 3) X = 00110001; Y = - 00111011.

Варіант 4 1) X = 01011011; Y = 00010010; 2) X = - 01110110; Y = 01110000; 3) X = 00011101; Y = - 00110111.

Варіант 5 1) X = 00110101; Y = 00010010; 2) X = - 01101100; Y = 01100001; 3) X = 00110110; Y = - 01101010.

Варіант 6 1) X = 01001100; Y = 00010010; 2) X = - 01101110; Y = 01010100; 3) X = 00110110; Y = - 01110011.

Варіант 7 1) X = 00110101; Y = 00101001; 2) X = - 01101010; Y = 01101001; 3) X = 01011001; Y = - 01100101.

Варіант 8 1) X = 00111110; Y = 00011101; 2) X = - 00110101; Y = 00101000; 3) X = 00011111; Y = - 01001011.

Варіант 9 1) X = 01000110; Y = 00010100; 2) X = - 01100001; Y = 01001101;
3) X = 00110001; Y = - 01101000.

Варіант 10 1) X = 00111011; Y = 00010111; 2) X = - 01110001; Y = 01001100;
3) X = 00101100; Y = - 01000111.

Варіант 11 1) X = 00011100; Y = 00111111; 2) X = - 01001101; Y = 00110010;
3) X = 01000011; Y = - 01000100.

Варіант 12 1) X = 01010010; Y = 00100000; 2) X = - 01100101; Y = 00111110;
3) X = 00100000; Y = - 01100110.

Варіант 13 1) X = 01011011; Y = 00001111; 2) X = - 01111110; Y = 01001001;
3) X = 00110001; Y = - 01000110.

Варіант 14 1) X = 00100111; Y = 00111001; 2) X = - 01011010; Y = 01011000;
3) X = 00011101; Y = - 00110001.

Варіант 15 1) X = 00100101; Y = 00110111; 2) X = - 01100000; Y = 00110100;
3) X = 00110100; Y = - 01101111.

Варіант 16 1) X = 01001100; Y = 00100111; 2) X = - 01110100; Y = 00110000;
3) X = 00101101; Y = - 01010110.

Варіант 17 1) X = 00011011; Y = 00010101; 2) X = - 01101110; Y = 00100101;
3) X = 00011101; Y = - 01011101.

Варіант 18 1) X = 01100010; Y = 00010110; 2) X = - 01110010; Y = 00110011;
3) X = 01100000; Y = - 01100111.

Варіант 19 1) X = 00010001; Y = 00111111; 2) X = - 01111101; Y = 01110011;
3) X = 00111010; Y = - 01010100.

Варіант 20 1) X = 00110001; Y = 00101010; 2) X = - 01101101; Y = 01000000;
3) X = 00011010; Y = - 01101110.

2 Виконати додавання двійкових чисел у зворотному коді, перевірити результат, перейшовши в десяткову систему числення.

Підрахунок суми Z = X + Y, де:

Варіант 1 1) X = - 01010100; Y = 01011100; 2) X = 01100110; Y = -00101101; 3) X = 01100100; Y = - 01101100.

Варіант 2 1) X = - 00111001; Y = 01100110; 2) X = 01110110; Y = - 01010001; 3) X = 01101111; Y = - 01110111.

Варіант 3 1) X = - 00011100; Y = 00100000; 2) X = 01000101; Y = - 00111101; 3) X = 00011011; Y = - 01010011.

Варіант 4 1) X = - 00100111; Y = 01001000; 2) X = 01100111; Y = - 00101011; 3) X = 01010111; Y = - 01101100.

Варіант 5 1) X = - 00100000; Y = 00101001; 2) X = 01100001; Y = - 01010111; 3) X = 01001100; Y = - 01111100.

Варіант 6 1) X = - 01001111; Y = 01101011; 2) X = 01101111; Y = - 00100100; 3) X = 01101101; Y = - 01110010.

Варіант 7 1) X = - 00011001; Y = 00110000; 2) X = 01100000; Y = - 00101101; 3) X = 00110000; Y = - 00110111.

Варіант 8 1) X = - 00101110; Y = 01011111; 2) X = 01111011; Y = - 01010001; 3) X = 00100100; Y = - 10000000.

Варіант 9 1) X = - 01101101; Y = 01101110; 2) X = 01010011; Y = - 01010001; 3) X = 00101101; Y = - 01100001.

Варіант 10 1) X = - 01100110; Y = 01111100; 2) X = 01101001; Y = - 00101110; 3) X = 01010101; Y = - 01100011.

Варіант 11 1) X = - 00001111; Y = 01010001; 2) X = 01101010; Y = - 00100011; 3) X = 01001101; Y = - 01110100.

Варіант 12 1) X = - 00111100; Y = 00111101; 2) X = 01011001; Y = - 00111100; 3) X = 01001011; Y = - 01010111.

Варіант 13 1) X = - 00110111; Y = 01110000; 2) X = 01110111; Y = - 01010010; 3) X = 00011111; Y = - 01101000.

Варіант 14 1) X = - 01001101; Y = 01010000; 2) X = 01000011; Y = - 00111010; 3) X = 01100011; Y = - 01101010.

Варіант 15 1) X = - 00110111; Y = 01110100; 2) X = 01110111; Y = - 00111101; 3) X = 00100100; Y = - 01101111.

Варіант 16 1) X = - 00110001; Y = 01000000; 2) X = 01001011; Y = - 01001010; 3) X = 00100100; Y = - 01010100.

Варіант 17 1) X = - 00010110; Y = 01001001; 2) X = 01100010; Y = - 01001011; 3) X = 01010101; Y = - 01111110.

Варіант 18 1) X = - 01010000; Y = 01110100; 2) X = 01101000; Y = - 00100111; 3) X = 00111110; Y = - 01111010.

Варіант 19 1) X = - 01101000; Y = 01111110; 2) X = 01111101; Y = - 00110010; 3) X = 00101100; Y = - 01100111.

Варіант 20 1) X = - 00111101; Y = 01110110; 2) X = 01100101; Y = - 01001000; 3) X = 01001011; Y = - 01111010.

3 Виконати додавання двійкових чисел у додатковому коді, перевірити результат, перейшовши в десяткову систему числення.

Підрахунок суми Z = X + Y, де:

Варіант 1 1) X = - 00101011; Y = 01010111; 2) X = 01101010; Y = - 01000001; 3) X = 00011111; Y = - 01101111.

Варіант 2 1) X = - 01100011; Y = 01101111; 2) X = 01001100; Y = - 00101100; 3) X = 00110111; Y = - 01001100.

Варіант 3 1) X = - 00111000; Y = 01001111; 2) X = 01110001; Y = - 01100000; 3) X = 01001111; Y = - 01010011.

Варіант 4 1) X = - 01000011; Y = 01101011; 2) X = 01111101; Y = - 01000111; 3) X = 01101000; Y = - 01111101.

Варіант 5 1) X = - 00101110; Y = 01010110; 2) X = 01011000; Y = - 00110011; 3) X = 00101011; Y = - 01010101.

Варіант 6 1) X = - 01110100; Y = 01111101; 2) X = 01001110; Y = - 00110010; 3) X = 01010101; Y = - 01011110.

Варіант 7 1) X = - 00100100; Y = 00111010; 2) X = 01010100; Y = - 00101011; 3) X = 00011110; Y = - 01011110.

Варіант 8 1) X = - 01011001; Y = 01100100; 2) X = 01101001; Y = - 01000111; 3) X = 00111011; Y = - 01011100.

Варіант 9	1) X = - 00011111; Y = 00111010; 2) X = 01000110; Y = - 00101100; 3) X = 00011100; Y = - 01010101.

Варіант 10	1) X = - 00011001; Y = 01011011; 2) X = 00111101; Y = - 00111100; 3) X = 00110000; Y = - 00110101.

Варіант 11	1) X = - 00001111; Y = 00010010; 2) X = 01001001; Y = - 00111110; 3) X = 01001001; Y = - 01101011.

Варіант 12	1) X = - 00010101; Y = 00011001; 2) X = 01110101; Y = - 01000000; 3) X = 00111001; Y = - 01010000.

Варіант 13	1) X = - 00011010; Y = 00101010; 2) X = 01100100; Y = - 01001011; 3) X = 00100100; Y = - 01000110.

Варіант 14	1) X = - 00011111; Y = 01010011; 2) X = 01001100; Y = - 00111011; 3) X = 01001000; Y = - 01110000.

Варіант 15	1) X = - 00101010; Y = 00110110; 2) X = 01110101; Y = - 01001100; 3) X = 00101100; Y = - 00111001.

Варіант 16	1) X = - 00010001; Y = 01100001; 2) X = 01001111; Y = - 01000101; 3) X = 00110001; Y = - 01111000.

Варіант 17	1) X = - 01011110; Y = 01110100; 2) X = 01111001; Y = - 01000000; 3) X = 00011011; Y = - 00100011.

Варіант 18	1) X = - 00100000; Y = 01001000; 2) X = 01111010; Y = - 00101100; 3) X = 01011000; Y = - 01011010.

Варіант 19	1) X = - 01111100; Y = 01111101; 2) X = 01110101; Y = - 01011011; 3) X = 00011101; Y = - 00110111.

Варіант 20	1) X = - 00011101; Y = 01111101; 2) X = 01111001; Y = - 01001111; 3) X = 00111101; Y = - 01101010.

4 Виконати віднімання двійкових чисел у прямому і додатковому кодах, перевірити результат, перейшовши в десяткову систему числення.

Підрахунок різниці Z = X – Y, де:

Варіант 1 1) X = 00110100; Y = 01000001; 2) X = 01001001; Y = 00111101.

Варіант 2 1) X = 00111111; Y = 01010111; 2) X = 01011010; Y = 00111100.

Варіант 3 1) X = 00111001; Y = 01101001; 2) X = 01110000; Y = 01100000.

Варіант 4 1) X = 01001011; Y = 01110101; 2) X = 00110001; Y = 00110000.

Варіант 5 1) X = 01001010; Y = 01100011; 2) X = 01110100; Y = 01100010.

Варіант 6 1) X = 00100000; Y = 01110011; 2) X = 01111101; Y = 01011001.

Варіант 7 1) X = 01011111; Y = 01110011; 2) X = 01110100; Y = 01000101.

Варіант 8 1) X = 01001110; Y = 01100100; 2) X = 01100110; Y = 01100001.

Варіант 9 1) X = 00101001; Y = 01000010; 2) X = 01001111; Y = 00110110.

Варіант 10 1) X = 00111000; Y = 01010100; 2) X = 00110101; Y = 00100111.

Варіант 11 1) X = 00100111; Y = 01010000; 2) X = 01001100; Y = 00111101.

Варіант 12 1) X = 00110101; Y = 01000010; 2) X = 01000101; Y = 00101100.

Варіант 13 1) X = 01011001; Y = 01100000; 2) X = 01110111; Y = 01001010.

Варіант 14 1) X = 00011111; Y = 01010010; 2) X = 01110111; Y = 00101100.

Варіант 15 1) X = 00101011; Y = 00101111; 2) X = 01010011; Y = 01001111.

Варіант 16 1) X = 00011011; Y = 00101111; 2) X = 01111111; Y = 01111010.

Варіант 17 1) X = 01001011; Y = 01011010; 2) X = 01111111; Y = 01111001.

Варіант 18 1) X = 01001110; Y = 01011001; 2) X = 01110110; Y = 01110110.

Варіант 19 1) X = 00110010; Y = 01011101; 2) X = 01001100; Y = 00110000.

Варіант 20 1) X = 01000111; Y = 01101001; 2) X = 01110000; Y = 01011111.

**Завдання для самостійної роботи**

1 Згідно з номером у журналі групи вибрати з таблиці 3.1 варіант завдання.

2 Перевести число $a_{10}$ у двійкову систему числення. Зробити перевірку.

3 Перевести число $b_{10}$ у двійкову систему числення. Зробити перевірку.

4 Перевести число $c_{10}$ у двійкову систему числення. Зробити перевірку.

5 Виконати віднімання у двійковій системі числення $a_2 – b_2$ за допомогою додаткового коду. Зробити перевірку в десятковій системі числення.

6 Виконати віднімання у двійковій системі числення $a_2 – c_2$ за допомогою додаткового коду. Зробити перевірку в десятковій системі числення.

Таблиця 3.1 – Варіанти завдання

| **Номер варіанта** | **Число $a_{10}$** | **Число $b_{10}$** | **Число $c_{10}$** |
|---|---|---|---|
| 1 | 934 | 345 | 45 |
| 2 | 654 | 532 | 24 |
| 3 | 255 | 240 | 47 |
| 4 | 865 | 355 | 24 |
| 5 | 143 | 112 | 34 |
| 6 | 354 | 213 | 15 |
| 7 | 545 | 356 | 57 |
| 8 | 245 | 224 | 86 |
| 9 | 258 | 127 | 35 |
| 10 | 964 | 656 | 89 |
| 11 | 246 | 143 | 24 |
| 12 | 853 | 754 | 97 |
| 13 | 689 | 243 | 37 |
| 14 | 369 | 145 | 25 |
| 15 | 757 | 634 | 68 |
| 16 | 942 | 322 | 18 |
| 17 | 256 | 178 | 35 |
| 18 | 567 | 421 | 54 |
| 19 | 397 | 316 | 85 |
| 20 | 254 | 178 | 32 |

**Зміст звіту**

1 Назва роботи.
2 Мета роботи.
3 Завдання та порядок виконання роботи.
4 Результати розрахунків.
5 Висновок.

**Контрольні питання**

- Що таке прямий код?
- Що таке зворотний код?
- Що таке додатковий код?
- Які правила додавання у зворотному коді?
- Які правила додавання у додатковому коді?

## Список літератури


1 Мікропроцесорна техніка: Підручник / Ю.І. Якименко, Т.О. Терещенко, Є.І. Сокол [та ін.]; за ред. Т.О. Терещенко. - К.: Видавництво "Політехнік", 2003. – 440 с.

2 Дибкова Л.М. Інформатика та комп’ютерна техніка: Посібник. – К.: Видавничий центр “Академія”, 2002. – 692 с.

3 Руденко В.Д., Макарчук О.М., Патланжоглу М.О. Практичний курс інформатики / За ред. В.М. Мадзігона – К.: Фенікс, 1999. – 304 с.

4 Андреева Е.В. Системы счисления и компьютерная арифметика / Е.В. Андреева, И.Н. Фалина. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2000. – 248 с.

5 Фатеева Н.М. Арифметические и логические основы компьютера: Учеб.-метод. указания / Н.М. Фатеева, О.А. Возилкина, Н.В. Тумбаева. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 53 с.