

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Цифрова техніка/Електронні інструментальні системи»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти

***272 Авіаційний транспорт
(Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів)***

за темою № 2 - Системи нумерації та перетворення даних

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2022 № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу
Протокол від 22.08.2022 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного
обладнання, протокол від 15.08.2022 № 1

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного
обладнання, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Стуцанський Ю.В.

Рецензенти:

1. Заступник директора коледжу з навчальної та виховної роботи КЛК ХНУВС,
к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Шмельов Ю.М.
2. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної
техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.

План лекції

1. Побудова підсистем вимірювання і перетворення інформації.
2. Реалізація підсистем вимірювання і перетворення інформації.

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті.

Основна література:

1. В.П. Харченко, І.В. Остроумов. Авіоніка. Навчальний посібник. К.: НАУ, 2013.-272с.
2. Авіаційні радіоелектронні системи / О.О.Чужа, О.Г. Ситник, В.М. Хімін, О.В. Кожохіна. – К.:НАУ, 2017. – 264с.
3. В.О. Рогожин. Пілотажно-навігаційні комплекси повітряних суден. / В.О. Рогожин, В.М. Синєглазов, М.К. Філяшкін. Підручник. – К.: НАУ, 2005. – 316 с.
4. А.В. Скрипець. Теоретичні основи експлуатації авіаційного обладнання. Навч. посіб. / А.В. Скрипець. – К.:НАУ, 2003. – 396 с.
5. А.П. Бамбуркін, В.Н.Неделько, М.І.Рубец. Аеронавігаційні радіотехнічні системи. Навчальний посібник/ Під.ред. М.І.Рубця — Кіровоград. Вид-во ГЛАУ, 2002.- 520с.
6. Ю.В. Стуцанський. Комп'ютерні інтегровані системи авіоніки. Навчальний посібник. КЛК НАУ. 2011. – 182 с.

Допоміжна література:

1. В.П. Бабак. Безпека авіації / В. П. Бабак, В. П. Харченко, В. О. Максимов та ін. – К. : Техніка, 2004. – 584 с.
2. Харченко В.П. Радіомаячні системи ближньої аеронавігації: навч. посіб. / В.П. Харченко, В.Г. Мелкумян, О.П. Сушич. – К.: НАУ, 2011. – 208 с.
3. Харченко В.П. Авіоніка безпілотних літальних апаратів / В.П. Харченко, В.І. Чепіженко, А.А. Тунік, С.В. Павлова]; за ред. В.П. Харченка. – К.: ТОВ «Абрис-принт», 2012.– 464с.
4. Конспекти лекцій з базової підготовки технічного персоналу згідно вимог Part-66, Part-147 (Модуль 3, 4, 5, 13, 14).

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn2.pdf
2. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn3.pdf
3. http://aviadocs.com/RLE/Mi-2/CD1/IYETO/MI-2_IYETO_kn1_ch2.pdf
4. http://aviadocs.net/RLE/Mi-2/CD1/RTO/Mi-2_RTO-75EP_ch2.pdf
5. http://aviadocs.com/RLE/Mi-8/CD1/TO/Mi-8_TO_kn4.pdf
6. http://www.aviadocs.net/RLE/Mi-8/CD1/TO/Mi-8_TO_kn1.pdf
7. http://flightcollege.com.ua/library/3_Mi_8_MTV_1_RTE%60_Kniga_4.pdf

Текст лекції:

1. Побудова підсистем вимірювання і перетворення інформації.

Системи числення. Дані, оброблювані ЕОМ, являють собою числа. Одне і те ж число можна виразити різними комбінаціями цифр і буквених символів. Конкретний вид такої комбінації залежить від обраної системи числення.

Нагадаємо, що будь-яке ціле число N можна представити у вигляді:

$$N (ч) = -1 N_{n-1} - 1 + -2 N_{n-2} + \dots + a_i h^i + \dots + a_1 h^1 + a_0 h^0,$$

де h - основа системи;

a - розрядні коефіцієнти ;

n - кількість розрядів числа N .

Для формального запису числа N використовують тільки розрядні коефіцієнти, тобто

$$N (h) \rightarrow -1-2\dots a_1 a_0.$$

Причому в індексі наводиться поміщене в дужки підставу системи.

Подібний запис характерний для позиційної системи числення, так як в цьому записі значення кожної цифри залежить від місця, позиції, яку ця цифра займає. Позиційні системи числення розрізняють залежно від їх основи. У найбільш звичною для нас десятковій системі числення $h = 10$, тобто основою системи служить число 10, і алфавіт системи складається з десяти цифр (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9).

Наприклад, представивши число 7314 (10) сумою $7314 = 7 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^2 + 1 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0$, знайдемо, що розрядні коефіцієнти відповідно рівні : $A_3 = 7$; $a_2 = 3$; $A_1 = 1$; $a_0 = 4$.

При обчисленнях, що проводяться в ЕОМ, використовується бінарна система.

Для неї $h = 2$, і алфавіт системи утворюють дві цифри: 0 і 1. Отже, в цій системі числення n - розрядне число N має вигляд:

$$N (2) = 1 - 2^n - 2 + -2 2^{n-2} + \dots + a_i 2^i + \dots + A_1 2^1 + A_0 2^0 +,$$

де a може приймати тільки два значення: або 0, або 1.

Наприклад, число 21 (10) в бінарній системі запишеться так : 10101 (2).

Крім основної бінарної системи числення в обчислювальній техніці застосовують також вісімкову і шістнадцяткову системи - не для проведення обчислень, а для скорочення запису двійкових чисел. Вісімкова система числення має чотири розряди, де в першому порядковому числу відповідає десяткове число - 8, другому - 4, третьому - 2, четвертому - 1. Так десяткове число 7 в вісімковій системі нумерації буде відповідати числу 0111.

Форми подання чисел. У ЕОМ використовуються дві форми подання чисел : природня і нормальна. При природній формі, інакше названою формою з фіксованою комою, числа вводяться у вигляді цілої і дробової частин, розділених

комою (крапкою). Положення останньої строго фіксоване : кома знаходиться або перед цифрою старшого розряду, або після цифри молодшого розряду. Перший варіант відноситься до подання чисел, які за модулем (без урахування знака) менші одиниці, другий варіант подання поширюється тільки на цілі числа.

Порядкові номери розрядів йдуть зліва направо, починаючи з нульового. Його називають знаковим розрядом, і в цьому розряді 0 відповідає знаку плюс, а 1 - знаку мінус.

Нормальна або напівлогарифмічний форма, інакше названа формою з плаваючою комою, припускає введення чисел в напівлогарифмічному вигляді - число складається з двох частин: мантиси числа, що позначається буквою m , і порядку числа, який позначається буквою p , причому $|m| < 1$, а p - завжди ціле.

Положення коми в числі залежить від порядку p (звідси і назва форми - з плаваючою комою). Наприклад, одне і те ж десяткове числа можна подати в таких варіантах:

$$0,81756423 * 10^0 P = 0 ;$$

$$8,17564230 * 10^{-1} P = -1 ;$$

$$0,08175642 * 10^1 P = +1.$$

Коли у мантиси перед комою стоїть нуль, а після коми - цифра, відмінна від нуля, то таку форму називають нормалізованою. Дії над числами, представленими в нормальній формі, складніші, ніж над числами з фіксованою комою. Але зате форма « з плаваючою комою » дозволяє охопити дуже широкий діапазон чисел.

У обчислювальній техніці взагалі і мікропроцесорній техніці зокрема, мають справу з числами, широко використовуються такі терміни, як « біт », « слово », « байт ». Дамо відповідні визначення.

Біт (. Від англ bitагу цифра - двійковий розряд) - це розряд бінарного числа: 0 або 1. Так, 0101 - чотирьохбітове бінарне число, причому крайня ліва цифра подає старший розряд даного числа, а крайня права - молодший розряд. Нагадаємо, що чотирьохбітове бінарне число називається тетрадою, а трьохбітове - тріадою.

Слово - закінчена послідовність символів (нулів і одиниць) певної довжини або сигналів, що представляють ці символи.

Машинне слово - спеціальна послідовність нулів і одиниць, яка може бути прочитана або інтерпретована ЕОМ даного типу. Інакше кажучи, машинне слово - це група бітів, яку обробляє ЕОМ за один крок.

У загальному випадку слово має змінну довжину. Число бінарних розрядів (бітів) в слові може перебувати в межах $1 \leq Z \leq n$. Величина n залежить від технічних можливостей ЕОМ. Зазвичай під довжиною машинного слова розуміють число бітів, збережених в одному регістрі ЕОМ.

У техніці великих ЕОМ іноді словом називають послідовність з 32 біт, півсловом - з 16 біт і подвійним словом - з 64 біт. Для мікропроцесорної техніки основоположним є байт. По відношенню до нього визначається формат даних.

Байт (. Від англ byte) - восьмибітове слово, що розглядається як одиниця для обміну цифровою інформацією між пристроями мікропроцесорної системи. Звідси походить вираз « побайтова обробка ». У мікропроцесорній техніці прийнято довжину слова, формат даних конкретної макро- ЕОМ вимірювати числом байтів.

Також в байтах часто висловлюють ємність запам'ятовуючих пристроїв. У ВТ застосовують позиційні СС з не десяткових підставою : бінарну, вісімкову, шістнадцяткову. Для позначення використовуваної СС число поставають верхнім або нижнім індексом, в якому записують підставу СС. Інший спосіб - використання латинських літер після запису числа:

D - десяткова СС

B – бінарна СС

O - вісімкова СС

H - шістнадцяткова СС.

Незважаючи на те, що десяткова СС має широке поширення, цифрові ЕОМ будуються на довічних елементах, оскільки реалізувати елементи з 10 чітко помітними станами складно. Історичний розвиток ВТ склався таким чином, що ЕОМ будуються на базі бінарних цифрових пристроїв : тригерів, регістрів, лічильників, логічних елементів і т.д.

Шістнадцяткова і вісімкова СС використовуються при складанні програм мовою машинних кодів для більш короткого і зручного запису бінарних кодів - команд, даних, адрес і операндів.

Завдання перекладу з однієї СС в іншу часто зустрічається при програмуванні, особливо, на мові Асемблера. Наприклад, при визначенні адреси комірки пам'яті. Окремі стандартні процедури мов програмування Паскаль, Бейсік, Сі, HTML вимагають завдання параметрів у шістнадцяткової СС. Для безпосереднього редагування даних, записаних на жорсткий диск, також необхідно вміння працювати з шістнадцятковими числами. Відшукати несправність в ЕОМ неможливо без уявлень про бінарні СС.

У таблиці наведені деякі числа, представлені в різних СС.

Бінарні числа	Вісімкові числа	Десятко ві числа	Шістнадцяткові числа
0	0	0	0
1	1	1	1
10	2	2	2
11	3	3	3

100	4	4	4
101	5	5	5
110	6	6	6
111	7	7	7
1000	10	8	8
1001	11	9	9
1010	12	10	A
1011	13	11	B
1100	14	12	C
1101	15	13	D
1110	16	14	E
1111	17	15	F

Бінарна система числення використовується для кодування дискретного сигналу, споживачем якого є обчислювальна техніка. Такий стан справ склався історично, оскільки бінарний сигнал простіше подати на апаратному рівні. У цій системі числення для подання числа застосовуються два знаки - 0 і 1.

Шістнадцяткова система числення використовується для кодування дискретного сигналу, споживачем якого є добре підготовлений користувач - фахівець в галузі інформатики. У такій формі подається вміст будь-якого файлу, затребуваного через інтегровані оболонки операційної системи, наприклад, засобами Нортон Командир у разі MS DOS. Використовувані знаки для подання числа - десяткові цифри від 0 до 9 і букви латинського алфавіту - A, B, C, D, E, F.

Десяткова система числення використовується для кодування дискретного сигналу, споживачем якого є так званий кінцевий користувач - неспеціаліст в галузі інформатики (очевидно, що і будь-яка людина може виступати в ролі такого споживача). Використовувані знаки для представлення числа - цифри від 0 до 9.

Для розрізнення систем числення, в яких представлені числа, в позначення бінарних і шістнадцяткових чисел вводять додаткові реквізити:

- для бінарних чисел - нижній індекс праворуч від числа у вигляді цифри 2 або букв B або б (бінарний - бінарний), або чи знак B б праворуч від числа. Наприклад, $1010002 = 101000b = 101000B = 101000B = 101000b$;

- для шістнадцяткових чисел - нижній індекс праворуч від числа у вигляді числа 16 або букв Н або h (шістнадцятковий - шістнадцятковий), або знак Н або h праворуч від числа. Наприклад, 3AB16 = 3ABH = 3ABh = 3ABH = 3ABh.

Для переведення чисел з однієї системи числення в іншу існують певні правила. Вони різняться в залежності від формату числа - ціле або правильний дріб. Для дійсних чисел використовується комбінація правил перекладу для цілого числа і правильного дробу.

2. Побудова підсистем вимірювання і перетворення інформації.

Основним завданням підсистеми вимірювання і перетворення є вимірювання аналогових сигналів і представлення вимірювальної інформації в цифровій формі, що необхідно для обробки сигналу в обчислювальній підсистемі. Для перетворення аналогового сигналу в цифровий в даний час застосовується дискретизація за часом і квантування за рівнем, потім отримані дискретні кванти зашифровуються цифровим кодом (Рис. 1)

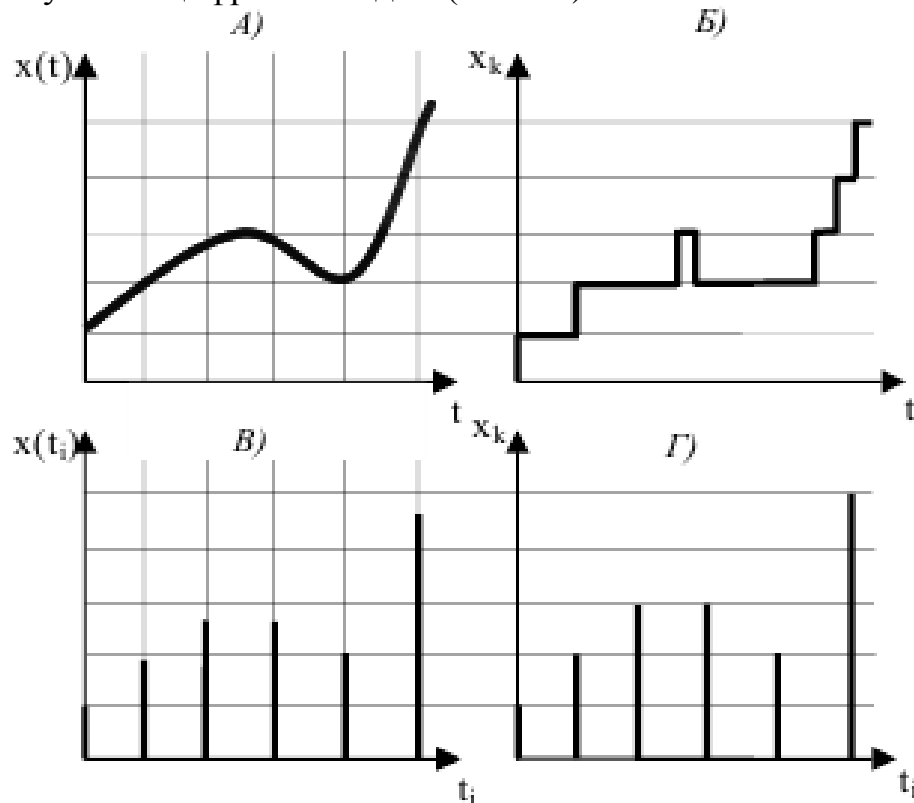


Рисунок1- Перетворення аналогового сигналу в цифровий код
А - початкова функція, Б - квантування, В – дискретизація

Точність представлення аналогового сигналу цифровим буде залежати від кількості рівнів квантування і частоти дискретизації. Але поряд з підвищенням

точності ускладнюється обробка сигналу, отже, збільшується апаратна частина перетворювача і час обробки сигналу. Інформація в БЦВМ кодується бінарним кодом. Інформація ділиться на команди і операнди. Команда машинної мови в програмі задає операцію над однією або декількома порціями даних, званих операндами даної команди.

Зустрічаються такі типи команд :

- Арифметичні - виконують цілочисельні операції додавання, віднімання, множення ;

- Логічні - виконують логічні операції (логічне додавання, логічне множення, заперечення і т.д.);

- Команди з плаваючою точкою - операції додавання, віднімання, множення, ділення над числами ;

- Десяткові - десяткове додавання, множення, перетворення форматів ;

- Рядкові - пересилання, порівняння і пошук рядків;

- Пересилання - операції завантаження і запису ;

- Управління потоком команд - безумовні і умовні переходи, виклики процедур і повернення з них ;

- Системні - системні виклики, команди управління віртуальною пам'яттю.

Команда складається з одного або більше слів. Друге і наступні слова команди - або адреси, або операнди. Процесор інтерпретує слово або як адреса, або як значення операнда, або як слово стану процесора.

Аналого-цифровий перетворювач (АЦП, аналого-цифровий перетворювач, АЦП.) - Пристрій, що перетворює вхідний аналоговий сигнал в дискретний код (цифровий сигнал). Зворотне перетворення здійснюється за допомогою ЦАП (цифро-аналогового перетворювача, DAC).

Як правило, АЦП - електронний пристрій, що перетворює напругу в бінарний цифровий код. Тим не менш, деякі не електронні пристрої з цифровим виходом, слід також відносити до АЦП, наприклад, деякі типи перетворювачів кут-код. Найпростішим однорозрядним бінарним АЦП є компаратор.

Цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) - пристрій для перетворення цифрового (звичайно бінарного) коду в аналоговий сигнал (струм, напруга або заряд). Цифро-аналогові перетворювачі є інтерфейсом між дискретним цифровим світом і аналоговими сигналами.

Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) виробляє зворотну операцію.