

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

О.Д.Азаров, В.П.Марценюк, Н.О.Біліченко

Аналого-цифрові інтерфейси ОЕМ

Затверджено Ученою радою Вінницького державного технічного університету як навчальний посібник для студентів спеціальності "Комп'ютерні системи та мережі". Протокол №4 від "30" листопада 2000р.

Вінниця ВДТУ 2002

УДК 681.305

А 35

Рецензенти:

Є.Т.Володарський, доктор технічних наук

В.П.Тарасенко, доктор технічних наук

Р.Н.Квстний, доктор технічних наук

Рекомендовано до видання Ученою радою Вінницького державного технічного університету Міністерства освіти і науки України

О.Д.Азаров, В.П.Марценюк, Н.О.Біліченко

А 35 Аналого-цифрові інтерфейси ЕОМ.

Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2002. - ~~186~~ с.

Навчальний посібник присвячено аналізу інформаційних основ та принципів побудови структур і елементів аналого-цифрових інтерфейсів ЕОМ, які виконують функції узгодження аналогової та цифрової форм інформації, дозволяють взаємодіяти з ЕОМ різноманітним джерелам та користувачам інформації, що передається в аналоговій (безперервній) формі.

Посібник призначено для студентів спеціальності “Комп’ютерні системи та мережі” при вивченні ними курсів “Прикладна теорія інформації, кодування та зв’язку” (ПТІК), “Периферійні пристрої” (ПП), “Аналого-цифрова техніка” (АЦТ) та “Цифрові системи зв’язку” (ЦСЗ) і може бути корисним студентам суміжних спеціальностей.

УДК 681.305

© О.Д. Азаров, В.П.Марценюк, Н.О.Біліченко, 2002

ПЕРЕДМОВА

Розробка навчального посібника “Аналого-цифрові інтерфейси ЕОМ” має допомогти студентам факультету “Інформаційні технології та комп’ютерна інженерія” у засвоєнні матеріалів курсів.

Базовою літературою з питань, що розглядаються, слід вважати джерела [1-6] відповідно до списку літератури. В той же час вказані книги не охоплюють всіх аспектів курсів ППК, АЦТ, ПП та ЦСЗ у частині теорії дискретної обробки інформації, нових методів перетворення інформації, методів канального та ущільнювального кодування та деяких інших питань. Все це вимагає від студентів при самостійному вивченні питань курсів звертання до цілого ряду інших літературних джерел, кількість яких в бібліотечному фонді ВДТУ обмежена. Необхідно також врахувати, що значна частина студентів змушена працювати і навчатися, враховуючи економічні умови життя, і не має достатнього часу для самостійного вивчення курсів за цих умов. В той же час даний навчальний посібник дозволяє надати допомогу практично всім студентам при підготовці до атестаційної перевірки знань як за модульно - рейтинговою системою, так і на екзамені. Окрім того вся навчальна література із вказаних дисциплін російськомовна, що додатково ускладнює роботу студентів, які навчаються державною мовою.

ЗМІСТ

Тематичний вступ	5
Розділ 1. Основи теорії інформації та дискретизації аналогових сигналів.	9
1.1. Основні поняття теорії інформації.	
1.2. Спектральне відображення періодичних сигналів.	
1.3. Дискретизація аналогових сигналів.	
1.4. Особливості спектрів дискретних аналогових сигналів.	
1.5. Методи дискретизації.	
1.6. Питання для самоконтролю.	
Розділ 2. Основи кодування в інформаційних каналах.	27
2.1. Класифікація та характеристики методів кодування.	
2.2. Кодування з ущільненням.	
2.3. Завадостійке кодування.	
2.4. Канальне кодування.	
2.5. Питання для самоконтролю.	
Розділ 3. Алгоритми та структури АЦ інтерфейсу:	42
3.1. Узагальнені алгоритми та структури АЦІ.	
3.2. Системні особливості побудови АЦ інтерфейсу.	
3.3. Питання для самоконтролю.	
Розділ 4. Аналого-цифрові вузли інтерфейсу ЕОМ.	62
4.1. Перетворювачі фізичних величин в електричний сигнал.	
4.2. Узгоджувально - нормувальні пристрої.	
4.3. Мультиплексори аналогових сигналів.	
4.4. Пристрої вибирання та зберігання аналогових сигналів.	
4.5. Цифроаналогові перетворювачі.	
4.6. Питання для самоконтролю.	
Розділ 5. Аналого-цифрові та цифроаналогові перетворювачі .	112
5.1. Характеристики АЦП і ЦАП.	
5.2. Системні перетворювачі інформації (СП).	
5.3. Підвищення точності з використанням НПСЧ.	
5.4. Підвищення швидкодії з використанням НПСЧ.	
5.5. Питання для самоконтролю.	
Розділ 6. Передавання даних в аналого-цифрових інтерфейсах.	155
6.1. Типова структура каналу передавання даних.	
6.2. Класифікація і характеристики каналів передавання даних.	
6.3. Стандартизація каналів передавання даних.	
6.4. Методи модуляції та демодуляції.	
6.5. Багатоканальне передавання даних.	
6.6. Класифікація та структура сучасних модемів.	
6.7. Hayes (AT) команди.	
6.8. Питання для самоконтролю.	

Тематичний вступ

Контроль та управління складними інформаційно - вимірювальними та технологічними процесами забезпечується шляхом аналізу досить значної кількості параметрів цих процесів. На практиці ця кількість коливається від декількох одиниць до декількох сотень, залежно від типу процесу. Більшість процесів дозволяє зняти інформацію про їх параметри в автоматичному режимі за допомогою так званих первинних перетворювачів інформації. Як правило, первинний перетворювач інформації, як перетворювач вхідного сигналу, оперує з фізичними величинами, що характеризують процес, такі, наприклад, як температура, тиск, вологість, швидкість і таке інше. Вихідний сигнал формується у вигляді струму, напруги або частоти. Він додатково характеризується такими параметрами, як динамічний діапазон змінення сигналу та ширини смуги частотного спектра.

Одержані від первинних перетворювачів, як правило, безперервні (аналогові) сигнали напруги, струму або частоти необхідно ввести в ЕОМ в дискретній формі, обробити за вибраним алгоритмом та вивести, можливо також в аналоговій формі, для подальшого управління технологічним процесом. Необхідність виконання цих операцій обумовлює проведення ряду перетворень інформаційних сигналів аналогової форми в дискретну та навпаки, передавання сигналів по інформаційних каналах (в тому числі по лініях зв'язку) в аналоговій або дискретній формі, комутацію інформаційних каналів від різних первинних перетворювачів, узгодження характеристик елементів і ряду інших операцій. Ця задача реалізується за допомогою деякої сукупності пристроїв та елементів, що можна визначити як аналого-цифровий інтерфейс (АЦІ) ЕОМ. Узагальнена структура аналого-цифрового інтерфейсу може мати вигляд як показано на рис 1.

Аналогові фізичні величини формують на вході первинних перетворювачів інформації (ПІІ) сигнали напруги (струму, частоти та ін.), функція змінення яких адекватна зміненню параметрів інформаційно-технологічних процесів. Ці сигнали характеризуються, перш за все, динамічним діапазоном $D_x(t)$ в децибелах:

$$D_x(t) = 20 \lg \frac{A_{\max}}{A_{\min}}$$

де A_{\max} - максимальне значення амплітуди сигналу $X(t)$ в абсолютних одиницях (В, А, Гц);

A_{\min} - мінімальне значення сигналу в абсолютних одиницях (В, А, Гц) та смугою частот в спектрі сигналу $x(t)$ від f_n , до f_b в герцах (кГц, мГц).

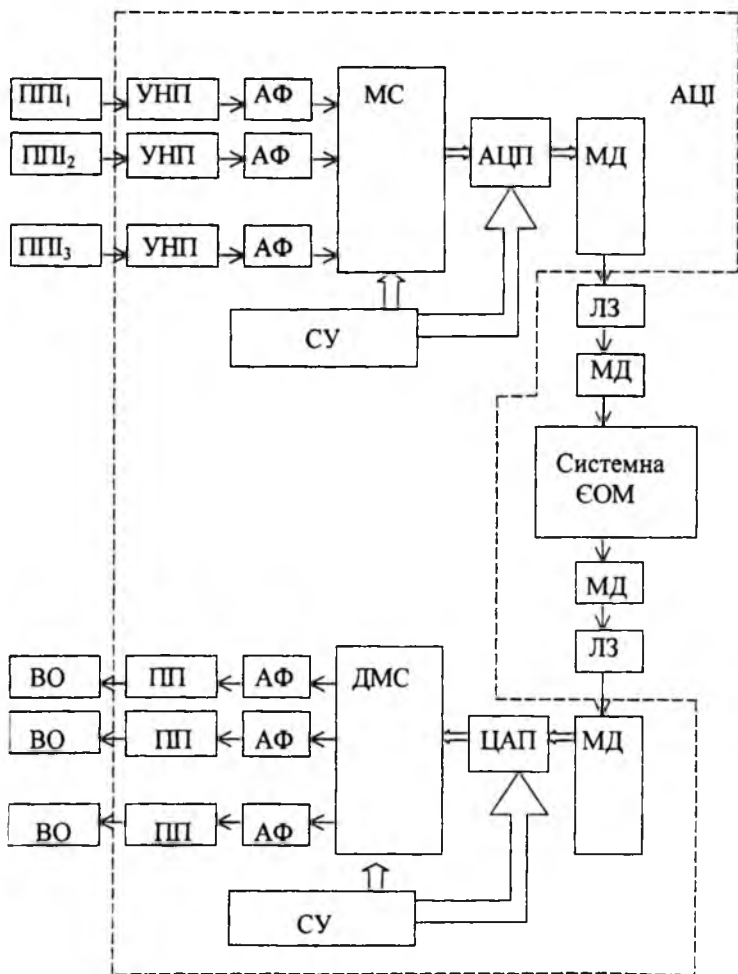


Рисунок 1 – Узагальнена структура АЦ інтерфейсу

В структурній схемі прийнято такі аббревіатури:

В схемі ПП₁ - ПП_N – первинні перетворювачі інформації;

УНП – узгоджувально – нормувальні пристрої;

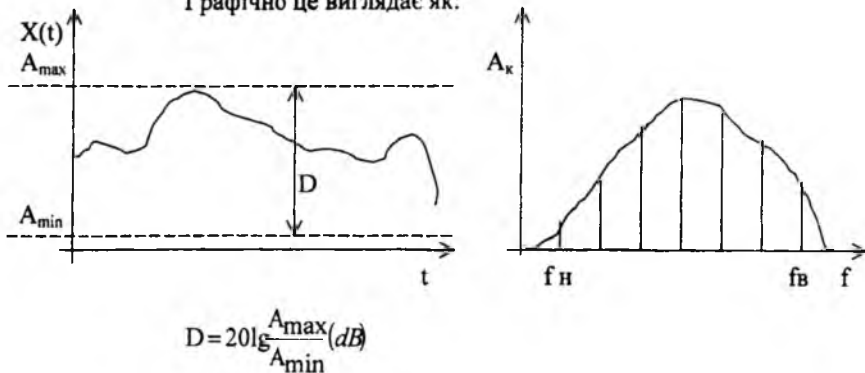
АФ – аналогові фільтри;

МС – мультиплектори;

АЦП – аналого – цифровий перетворювач;

МД – апаратура передавання даних (модем);
 ЛЗ – лінія зв'язку;
 ДМ – апаратура приймання даних (модем);
 ЦАП – цифроаналоговий перетворювач;
 ДМС – демультимплексор сигналів;
 ПП – підсилювач потужності;
 ВО – виконавчий орган;

Графічно це виглядає як:



$$D = 20 \lg \frac{A_{\max}}{A_{\min}} (\text{dB})$$

а) динамічний діапазон

б) спектр амплітуд

Рисунок 2 - Характеристики сигналу $X(t)$

Окрім цих параметрів потрібно враховувати вплив вхідних імпедансів ($R_{\text{вх}}$) та похибок характеристики передачі (перш за все нелінійностей) первинних перетворювачів. Передавання сигналу $X(t)$ у схему АЦ інтерфейсу не повинно супроводжуватись додатковими похибками, або їх значення не повинно перевищувати встановленої долі значення A_{\min} (у більшості випадків це $\frac{1}{4} A_{\min}$). Тому на вході АЦ інтерфейсу зазвичай встановлюють узгоджувально-нормувальні пристрої (УНП), основна функція яких полягає в забезпеченні вхідного імпедансу на рівні $R_{\text{вх}} \text{ УНП} \geq (5 \div 10) R_{\text{вх}} \text{ ПП}$. Це дозволяє уникнути впливу вхідних кіл АЦ інтерфейсу на вихідний опір ПП як джерела сигналу.

Окрім функції узгодження імпедансів УНП виконує також функції нормування (підсилення або послаблення) сигналу $X(t)$. Така необхідність виникає в тих випадках, коли вихідний сигнал ПП має низьке значення A_{\max} (на рівні мікрвольт або мілівольт). Основні функції УНП та функції аналогового фільтра (АФ) на практиці можна інколи забезпечувати одним елементом, використовуючи операційні підсилювачі. Якщо це неможливо, то аналоговий фільтр встановлюють додатково. До функцій аналогового фільтра відносять обмеження спектра частот сигналу $X(t)$ значеннями f_n та f_b . При цьому відсікаються всі складові, що не належать до сигналу $X(t)$. Аналоговий фільтр додатково застосовується для усунення ефекту

накладання спектрів при дискретизації а також для відновлення неперервних (аналогових) сигналів з дискретної (цифрової) форми.

Якщо інформаційно - технологічний процес характеризується значною кількістю параметрів, що обробляються n -ю кількістю ГПІ, то до складу АЦД необхідно вводити мультиплексори аналогових (або цифрових) сигналів. Мультиплексори сигналів (МС) дозволяють забезпечити перетворення n сигналів $X_i(t)$ з аналогової форми в цифрову за допомогою одного аналогоцифрового перетворювача (АЦП). Для забезпечення такого перетворення необхідно мати АЦП, розрядність якого характеризує динамічний діапазон $D_x(t)$.

$$n \geq \frac{D_x(t)}{G}, \quad \text{де } G=20\lg 2 \approx 6.$$

Цей АЦП повинен мати частоту дискретизації в n раз вищу за ту, що потрібна для перетворення в дискретну форму (дискретизації) сигналу $X(t)$ по одному каналу

$$f_{g_{\text{АЦП}}} \geq n \cdot f_{g_{X(t)}}$$

Передавання такої дискретної (цифрової) інформації до системної ЕОМ може здійснюватись на значні відстані, в тому числі і телефонними мережами. Таке передавання забезпечується пристроями передавання даних, у ролі яких можуть використовуватись модеми (МД) зі схемами управління (СУ) АЦД.

У випадку необхідності організації зворотного інформаційного каналу передавання цифрових даних здійснюється на значні відстані за допомогою модема. Потім відбувається перетворення інформації з дискретної (цифрової) форми в аналогову за допомогою цифро-аналогового перетворювача (ЦАП). Розділення інформації по каналах здійснює демультимплексор (ДМС) (в даній структурі - аналоговий) сигналів. Подальшу фільтрацію високочастотних складових $>f_b$ здійснює аналоговий фільтр. Сигнал $x(t)$ підсилюється підсилювачем потужності і управляє роботою виконавчого органа (ВО). Загальне управління роботою всіх елементів АЦД знову ж здійснює схема управління (СУ), що може бути побудована на основі мікропроцесора.

Навчальне видання

О.Д.Азаров, В.П.Марценюк, Н.О.Біліченко

Аналого-цифрові інтерфейси ЕОМ

Навчальний посібник

Оригінал-макет підготовлено авторами

Редактор В.О.Дружиніна

Підписано до друку *24.04.02р*

Формат 29.7 * 42 $\frac{1}{4}$ Гарнітура Times New Roman

Друк різнографічний Ум.друк.арк. *7.86*

Тираж 75 прим.

Зам. № *2002-113*

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького державного технічного університету
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВДТУ, І НК, 9-й поверх
тел. (0432) 44-01-59