

МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ

Харківський національний університет внутрішніх справ

Факультет № 4

Кафедра інформаційних технологій

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з дисципліни «Цифрова обробка сигналів»

за темою «Математичне моделювання цифрових систем»

Галузь знань: 12 "Інформаційні технології "

Спеціальність: 125 "Кібербезпека"

Ступінь вищої освіти - бакалавр

м. Харків
2018 р.

Передмова

СХВАЛЕНО

Науково-методичною радою ХНУВС

_____ Протокол № _____

(дата, місяць, рік)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету № 4

ХНУВС

_____ Протокол № _____

(дата, місяць, рік)

_____ (підпис)

_____ (П.І.Б.)

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін

_____ Протокол № _____

(дата, місяць, рік)

_____ (підпис)

_____ (П.І.Б.)

ЗАТВЕРДЖЕНО

На засіданні кафедри інформаційних
технологій

_____ Протокол № _____

(дата, місяць, рік)

_____ (підпис)

_____ (П.І.Б.)

Рецензент:

Зацеркляний М.М., доктор технічних наук, професор;

Розробники: Можаяв О.О. – Харків: Харківський національний університет
внутрішніх справ, 2017

© Можаяв О.О., 2017

© Харківський національний
університет внутрішніх справ

План лекції

1. Місце, роль та задачі дисципліни.
2. Предмет, структура і зміст дисципліни.
3. Узагальнена схема цифрової обробки сигналів. Основні елементи цифрових систем.

Література:

Основна:

1. Романенко В.Д., Игнатенко Б.В. Адаптивное управление технологическими процессами на базе микроЭВМ (учебное пособие) - К.: Выща школа, 1990.-334с.
2. Изерман Р. Цифровые системы управления.-М.: Мир, 1984.-540с.
3. Острем К.Ю., Виттенмарк Б. Системы управления с ЭВМ.-М.: Мир, 1987.-480с.
4. Бодянский Е.В., Удовенко С.Г. Субоптимальное управление стохастическими процессами. - Харьков: Основа, 1997. - 140с.
5. Конспект лекцій.

Додаткова:

6. Дьяконов В. Simulink 4 : специальный справочник - СПб. :Питер, 2002. – 210с.
7. Дебни Дж.Б., Харман Т.Л. Simulink 4. Секреты мастерства - М. : БИНОМ, 2003. – 375с.

Текст лекції

1. Місце, роль та задачі дисципліни.

Метою викладання навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів» є ознайомлення студентів з сучасними ідеями, методами та алгоритмами цифрової обробки інформації, формування у них знань та навиків, що необхідні для вирішення задач проектування систем цифрової обробки інформації різного призначення.

Основними завданнями вивчення дисципліни „ Цифрова обробка

сигналів ” є розвиток у студентів практичних навичок щодо розуміння проблем, які виникають при практичному застосуванні обчислювальних засобів для цифрової обробки інформації; ознайомити студентів з сучасними методами математичного опису, а також алгоритмами аналізу і синтезу цифрових систем.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студент повинен:

знати:

- принципи побудови систем цифрової обробки інформації;
- методи і алгоритми цифрової обробки сигналів;
- принципами реалізації систем цифрової обробки інформації;
- проблеми реалізації систем цифрової обробки інформації;
- підходи до реалізації зазначених вище механізмів у сучасних;
- сучасний рівень новітніх технологій в галузі цифрової обробки сигналів;

вміти:

- - застосовувати теоретичні положення дисципліни для розрахунку цифрових фільтрів з бажаними властивостями в системах обробки інформації різного призначення;
- застосувати концептуальні знання з навчальних дисциплін загальної підготовки для засвоєння навчальних дисциплін професійної підготовки;
- використовувати результати самостійного пошуку, аналізу та синтезу інформації з різних джерел для ефективного рішення спеціалізованих задач професійної діяльності

мати уяву про:

- - перспективи і тенденції розвитку сучасних систем цифрової обробки інформації;
- можливості сучасних інструментальних засобів систем цифрової обробки інформації;
- можливості та перспективи використання засобів систем цифрової обробки інформації у своїй роботі за спеціальністю..

В навчальному плані для вивчення дисципліни передбачені такі організаційні форми занять як лекції і практичні і лабораторні заняття.

2. Предмет, структура і зміст дисципліни.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є сучасні ідеї, методи та алгоритми цифрової обробки сигналів, формування у них знань та навиків, що необхідні для вирішення задач проектування систем цифрової обробки інформації різного призначення.

Структура дисципліни включає в себе наступні теми.

ТЕМА № 1. Математичне моделювання цифрових систем.

Місце, роль та задачі дисципліни. Предмет, структура і зміст дисципліни. Загальні принципи побудови систем цифрової обробки інформації. Узагальнена схема цифрової обробки сигналів. Основні елементи цифрових систем.

ТЕМА № 2. Аналіз цифрових систем в часовій області

Математичні методи опису цифрових систем в часовій області. Перетворення Лапласа дискретних сигналів. Теорема Шеннона-Котельникова. Відновлення безперервних сигналів в цифровій системі. Екстраполятори низьких порядків. **Z**-перетворення. Зворотне **Z**-перетворення. Модифіковане **Z**-перетворення. Дискретні передатні функції цифрових систем. Критерії аналізу стійкості цифрових систем.

ТЕМА № 3. Цифрові фільтри

Рекурсивні цифрові фільтри. Нерекурсивні цифрові фільтри. Адаптивні фільтри. Оптимальне нерекурсивне оцінювання. Адаптивні КІХ-фільтри. Адаптивні БІХ-фільтри. Синтез цифрових фільтрів, що коригують.

ТЕМА №4: Аналогово-цифрові перетворювачі

Аналогово-цифрові перетворювачі загальні відомості. Послідовно-паралельні аналогово-цифрові перетворювачі. Аналогово-цифрові перетворювачі послідовного наближення.

ТЕМА № 5 Цифрово-аналогові перетворювачі

Цифро-аналогові перетворювачі для задач автоматизованої обробки сигналів. Паралельні цифро-аналогові перетворювачі. Логіка цифро-аналогових перетворювачів.

3. Узагальнена схема цифрової обробки сигналів. Основні елементи цифрових систем

Узагальнена схема ЦОС (рис.1.1) відображує послідовність процедур, необхідних для перетворення вихідного аналогового сигналу $x(t)$ в інший аналоговий сигнал $y(t)$ по заданому алгоритму засобами цифрової обчислювальної техніки.

У цифровій обробці сигналу можна виділити три основні етапи:

- формування цифрового сигналу $x_u(nT)$ з вихідного аналогового сигналу;
- перетворення цифрового сигналу $x_u(nT)$ в цифровий сигнал $y_u(nT)$ по заданому алгоритму;
- формування результуючого аналогового сигналу $y(t)$ з цифрового сигналу $y_u(nT)$.

В узагальненій схемі ЦОС цим етапам відповідають три функціональні пристрої:

- кодер;
- пристрій ЦОС;
- декодер.

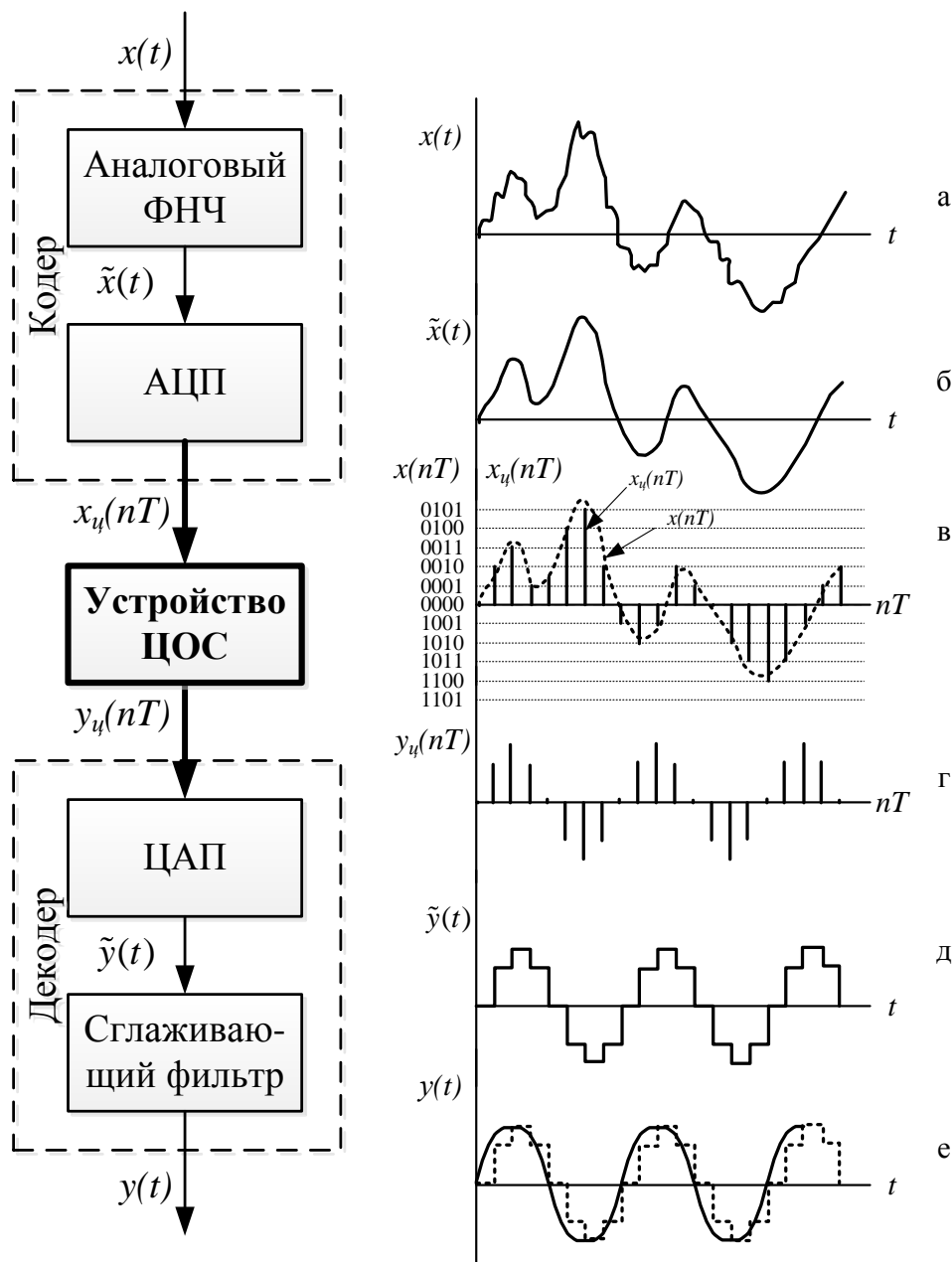


Рис. 1.1 Узагальнена схема цифровій обробки сигналу

Узагальнена схема і часові діаграми поетапного процесу ЦОС приведені на рис.1.1, а–е. Розглянемо кожен з етапів:

1. На *першому* етапі *кодер* з початкового аналогового сигналу $x(t)$ (рис.1.1а) формує *цифровий сигнал* $x_u(nT)$ (рис.1.1б), без чого принципово неможлива цифрова обробка. В склад кодера входять аналоговий фільтр нижніх частот (ФНЧ) і аналого-цифровий перетворювач (АЦП).

Аналоговий фільтр нижніх частот призначений для обмеження спектру $X(j\omega)$ вхідного аналогового сигналу $x(t)$.

Аналого-цифровий перетворювач *формує цифровий сигнал* за допомогою

дискретизації і квантування сигналу $\tilde{x}(t)$ (рис.1.1,в).

Дискретизація за часом (дискретизація) є процедурою узяття миттєвих значень – відліків – аналогового сигналу $\tilde{x}(t)$ з інтервалом часу, рівним періоду дискретизації (за умовчанням матимемо на увазі рівномірну дискретизацію) T . Значення відліків $x(nT)$ збігаються із значеннями сигналу $\tilde{x}(t)$ в моменти часу $t = nT$:

$$x(nT) = \tilde{x}(t)|_{(t=nT)}$$

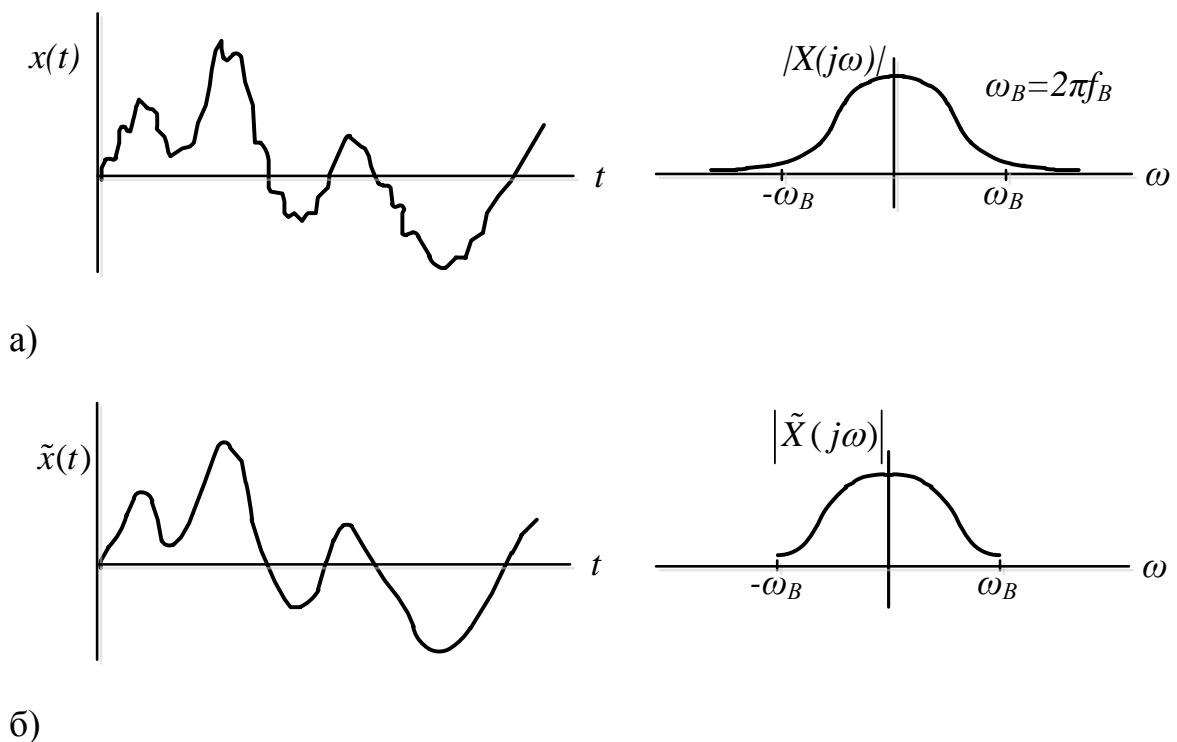


Рис. 1.2. Сигнали та їх амплітудні спектри на входе (а) и виходе (б)

Сукупність відліків $x(nT)$, $n = 0, 1, \dots$ називають дискретним сигналом. Квантування по рівню (квантування) виробляється з метою представлення точних значень відліків $x(nT)$ у вигляді двійкових чисел кінцевої розрядності – квантованих відліків $x_q(nT)$. Для цього динамічний діапазон дискретного сигналу $x(nT)$ розбивається на кінцеве число дискретних рівнів – рівнів квантування – і кожному відліку за певним правилом привласнюється значення одне з найближчих рівнів, між якими він виявляється.

Сукупність квантованих відліків $x_u(nT)$, $n = 0, 1, \dots$ називають цифровим *сигналом*.

2. На другому етапі пристрій ЦОС перетворить цифровий сигнал $x_u(nT)$ (рис.1.1в) у *цифровий* сигнал $y_u(nT)$ (рис.1.1г) по заданому алгоритму.

Пристрій ЦОС може бути реалізовано *апаратно* або *програмно*. У першому випадку – в виді спеціалізованого цифрового пристрою, у другому – в виді *програми* на комп'ютері або цифровому процесорі обробки сигналів (ЦПОС). Програмна реалізація переважає.

Пристрої ЦОС можуть працювати в *реальному або нереальному часі*.

В *реальному часі* виконується обробка сигналів, пов'язана з їх передачею по каналах зв'язку, у тому числі, по мережі Internet. К типовим задачам ЦОС в реальному часі відносяться: виявлення, фільтрація, стискування, розпізнавання сигналів та інш.

В *нереальному часі* виконується обробка сигналів, пов'язана з їх дослідженням. К типовим задачам ЦОС в нереальному часі відносяться: студійна обробка аудіо- и відеосигналів; обробка даних різної фізичної природи, отримана від датчиків, та інш.

3. На *третьому* етапі *декодер* формує результуючий аналоговий сигнал $y(t)$ з цифрового сигналу $y_u(nT)$. В склад декодера входять цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) та згладжуючий фільтр.

Цифро-аналоговий перетворювач формує з цифрового сигналу $y_u(nT)$ (рис.1.1г) ступінчастий аналоговий сигнал $\tilde{y}(t)$ (рис.1.1д).

Згладжуючий *фільтр* (низькочастотний) усуває ступінчастий ефект (скачки) у вихідному сигналі ЦАП $\tilde{y}(t)$. На виході згладжуючого фільтру отримуємо аналоговий сигнал $y(t)$ (рис.1.1е) – результат перетворення вхідного сигналу $x(t)$.

Предметами вивчення в справжньому курсі лекцій є (на рис.1.1 виділено напівжирним шрифтом):

- дискретні та цифрові сигнали;
- пристрої ЦОС: лінійні та нелінійні дискретні системи, методи і алгоритми цифровій обробки сигналів.

