

МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ

Харківський національний університет внутрішніх справ

Кафедра кібербезпеки та DATA-технологій, факультет №6

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни «**Цифрова обробка сигналів**»
вибіркових компонент освітньої програми
першого бакалаврського рівня вищої освіти

Спеціальність: 125 Кібербезпека (безпека інформаційних
та комунікаційних систем)

Харків 2023 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол №7 від 30.08.2023 р.

СХВАЛЕНО

Вченою радою факультету № 6
Протокол №7 від 25.08.2023 р.

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол №7 від 29.08.2023 р.

Розглянуто на засіданні кафедри кібербезпеки та DATA технологій
факультету № 6
(протокол №8 від 15.08.2023р.)

Розробники:

1. Професор кафедри, д.т.н., професор Можєєв О.О.
2. Доцент кафедри, д.т.н., Можєєв М.О.
3. Ст. викладач Рог В.Є

Рецензенти:

1. Доцент кафедри боротьби з кіберзлочинністю ХНУВС, к.т.н., доцент Клімушин П.С.;
2. Завідувач кафедри ЕОМ ХНУРЕ д.т.н., професор, Коваленко А.А.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Шифри та назви галузі знань, код та назва спеціальності, ступень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 6 Загальна кількість годин – 180 Кількість тем – 4	12 Інформаційні технології; <small>(шифр галузі) (назва галузі знань)</small> 125 – Кібербезпека бакалавр <small>(назва СВО)</small>	Цикл дисциплін професійної та практичної підготовки Навчальний курс – 2, 3 Семестр – 4,5 Види контролю: залік, екзамен
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,0 самостійної роботи – 2,0		Розподіл навчальної дисципліни за видами занять: (денна форма навчання) Лекції – 40; Практичні заняття – 22; Лабораторні заняття – 30; Самостійна робота – 76; (заочна форма навчання) Лекції – 6; Практичні заняття – 10; Лабораторні заняття – 10; Самостійна робота – 124; Індивідуальні завдання:

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета 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.

Міждисциплінарні зв'язки: викладання дисципліни «Цифрова обробка сигналів» базується на знаннях дисциплін «Вища математика», «Теорія інформації і кодування», «Електроніка та схемотехніка», «Алгоритмізація та програмування».

Очікувані результати навчання: у результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти 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.

Програмні компетентності, які формуються при вивченні навчальної дисципліни:		
Інтегральна компетентність	Здітність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі забезпечення інформаційних технологій (кібербезпека), що передбачає ідентифікацію та використання інформації для прийняття рішень.	
Загальні компетентності (ЗК)	ЗК1.	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
	ЗК2.	Здатність застосовувати знання на практиці.
	ЗК3.	Знання та розуміння предметної області та розуміння професії.
	ЗК5.	Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
	ЗК6.	Здатність до пошуку, обробки та аналізу

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)		інформації з різних джерел.
	ЗК8.	Здатність провадити дослідницьку та/або інноваційну діяльність.
	ФК2.	Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій з метою пошуку нової інформації, створення баз даних, аналізу розподілених інформаційно-телекомунікаційних систем (ІТС), каналів зв'язку, систем управління процесами, баз даних, оперативного планування роботи систем на основі аналізу інформаційних потоків та їх оптимізації.
	ФК3.	Здатність здійснювати проектування (розробку) систем, технологій і засобів інформаційної безпеки, що включає: прогнозування та оцінювання стану інформаційної безпеки об'єктів і систем: виконання спеціальних досліджень технічних і програмно-апаратних засобів захисту обробки інформації в ІТС; проведення техніко-економічного аналізу й обґрунтовування проектних рішень з забезпечення кібербезпеки; формування комплексу заходів (правил, процедур, практичних прийомів та ін.) для управління інформаційною безпекою.
	ФК4.	Здатність управляти системами, технологіями і засобами забезпечення інформаційної безпеки, що включає: відновлення нормального функціонування ІТС після здійснення кібератак, збоїв та відмов; управління інцидентами та ризиками інформаційної та кібербезпеки.
	ФК5.	Здатність проводити техніко-економічного аналіз й обґрунтовувати проектні рішення з забезпечення кібербезпеки.

3. Програма навчальної дисципліни

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. Зворотнє **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 та цифро-аналогові перетворювачі

Аналогово-цифрові перетворювачі загальні відомості. Послідовно-паралельні аналогово-цифрові перетворювачі. Аналогово-цифрові перетворювачі послідовного наближення. Цифро-аналогові перетворювачі для задач автоматизованої обробки сигналів. Паралельні цифро-аналогові перетворювачі. Логіка цифро-аналогових перетворювачів

4. Структура навчальної дисципліни

4.1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин, відведених на вивчення навчальної дисципліни						Література, сторінки	Вид контролю
	Всього	з них:						
		лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота		
Семестр 4								
Тема № 1: Математичне моделювання цифрових систем.	30	4		4	4	18	1	
Тема № 2: Аналіз цифрових систем в часовій області.	60	20		8	6	26	1	
Всього за семестр	90	24		12	10	44		залік
Семестр 5								
Тема № 3: Цифрові фільтри	40	8		6	12	14	2	
Тема №4: Аналогово-цифрові перетворювачі та цифро-аналогові перетворювачі	50	8		4	8	30		
Всього за семестр	90	16		10	20	44		екзамен

Всього по дисципліні	180	40		22	30	88		екзамен
----------------------	-----	----	--	----	----	----	--	---------

4.1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин, відведених на вивчення навчальної дисципліни						Література, сторінки	Вид контролю
	Всього	з них:						
		лекцій	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота		
Семестр 4								
Тема № 1: Математичне моделювання цифрових систем.	30	2				28	1	
Тема № 2: Аналіз цифрових систем в часовій області.	60	4				56	1	
Всього за семестр	90	6				84		залік
Семестр 5								
Тема № 3: Цифрові фільтри	40			6	6	28	2	
Тема №4: Аналогово-цифрові перетворювачі та цифро-аналогові перетворювачі	26			4	4	42		
Всього за семестр	90			10	10	70		екзамен
Всього по дисципліні	180	6		10	10	88		екзамен

4.1.3. Питання, що виносяться на самостійне опрацювання.

Перелік питань до тем навчальної дисципліни			Література:
	Тема № 1: Математичне моделювання цифрових систем.		Конспект лекцій, [1-6]
		Загальні принципи побудови систем цифрової обробки інформації.	Конспект лекцій, [1-6]
		Основні елементи цифрових систем.	Конспект лекцій, [1-6]
	Тема № 2: Аналіз цифрових систем в часовій області.		Конспект лекцій, [1-6]
		Перетворення Лапласа дискретних сигналів.	Конспект лекцій, [1-6]
		Зворотне перетворення Лапласа дискретних сигналів	Конспект лекцій, [1-6]

	Z -перетворення. Зворотне Z -перетворення. Модифіковане Z -перетворення.	Конспект лекцій, [1-6]
	Критерії аналізу стійкості цифрових систем.	Конспект лекцій, [1-6]
	Тема № 3: Цифрові фільтри.	Конспект лекцій, [1-6]
	Рекурсивні цифрові фільтри.	Конспект лекцій, [1-6]
	Синтез цифрових фільтрів, що коригують.	Конспект лекцій, [1-6]
	Тема №4: Аналогово-цифрові перетворювачі та цифро-аналогові перетворювачі	Конспект лекцій, [1-6]
	АЦП. Загальні відомості	Конспект лекцій, [1-6]
	Послідовно-паралельні АЦП	Конспект лекцій, [1-6]
	АЦП послідовного наближення	Конспект лекцій, [1-6]
	Цифро-аналогові перетворювачі для задач автоматизованої обробки сигналів	Конспект лекцій, [1-6]
	Паралельні ЦАП	Конспект лекцій, [1-6]
	Логіка ЦАП	Конспект лекцій, [1-6]

5. Індивідуальні навчально-дослідні завдання

Не передбачено освітньо-професійною програмою.

6. Методи навчання

Вивчення курсу дозволить студентам оволодіти необхідними теоретичними знаннями щодо побудови та принципів функціонування інформаційних систем. В навчальному плані для вивчення дисципліни передбачені такі організаційні форми занять як лекції та практичні заняття.

На лекційних заняттях викладаються теоретичні засади тем, що вивчаються, а також приклади їх використання для розв'язання конкретних навчальних задач.

На практичних заняттях студенти відпрацьовують під керівництвом викладача прийоми розв'язання типових задач. Практичні заняття проводяться в комп'ютерному класі. Практичні заняття проводяться у здвоєному форматі, що дозволяє більш ефективно використовувати комп'ютерну техніку.

Перед практичним заняттям студент повинен вивчити певний теоретичний матеріал і (можливо) виконати практичне завдання у відповідності до методичних вказівок до практичних занять з дисципліни. Після закінчення практичного заняття студент отримує домашнє завдання для закріплення

практичних навичок розв'язання задач.

Основним видом інформаційно-методичного забезпечення дисципліни є:

- конспект лекцій;
- методичні вказівки до практичних занять;
- навчальні посібники з дисципліни.

Перелічені складові елементи інформаційно-методичного забезпечення існують як у друкованому вигляді так і в електронній формі у вигляді роздаткових матеріалів, відповідного розділу сайту кафедри інформаційних систем, а також у вигляді електронного навчального комплексу з дисципліни на компактному диску.

7. Перелік питань та завдань, що виносяться на підсумковий контроль

1. Загальні принципи побудови систем цифрової обробки інформації.
2. Узагальнена схема цифрової обробки сигналів.
3. Основні елементи цифрових систем.
4. Математичні методи опису цифрових систем в часовій області.
5. Перетворення Лапласа дискретних сигналів.
6. Зворотне перетворення Лапласа дискретних сигналів.
7. Теорема Шеннона-Котельникова.
8. Відновлення безперервних сигналів в цифровій системі.
9. Екстраполятори низьких порядків.
10. **Z**-перетворення.
11. Зворотне **Z**-перетворення.
12. Модифіковане **Z**-перетворення.
13. Дискретні передатні функції цифрових систем.
14. Критерії аналізу стійкості цифрових систем.
15. Рекурсивні цифрові фільтри.
16. Нерекурсивні цифрові фільтри.
17. Адаптивні фільтри.
18. Оптимальне нерекурсивне оцінювання.
19. Адаптивні БІХ-фільтри.
20. Адаптивні КІХ-фільтри.
21. Синтез цифрових фільтрів, що коригують.
22. Функціональні перетворення сигналів.
23. Детерміновані сигнали
24. Випадкові сигнали
25. Характеристики законів розподілу
26. Перетворення Фур'є
27. Швидке перетворення Фур'є
28. Дискретне перетворення Фур'є
29. Сфери застосування цифрової обробки
30. Процесори ЦОС
31. Цифрове мікшування

- 32.Застосування ЦОС в телекомунікаціях
- 33.ЦОС у біомедицині
- 34.Лінійна цифрова фільтрація
- 35.Модуляція сигналів.
- 36.Місце АЦП при виконанні операції дискретизації.
- 37.Класифікація АЦП
- 38.Паралельні АЦП
- 39.Послідовно-паралельні АЦП
- 40.Багатоступінчасті АЦП
- 41.Многотактні послідовно-паралельні АЦП
- 42.Конвеєрні АЦП
- 43.АЦП послідовного рахунку
- 44.Аналогово-цифрові перетворювачі послідовного наближення.
- 45.Інтегруючі АЦП
- 46.АЦП многотактної інтеграції
47. Дільник Кельвіна - найпростіший ЦАП з виходом напруги
- 48.Найпростіший ЦАП з струмовим виходом
- 49.Сегментні ЦАП з виходом напруги
- 50.Архітектури ЦАП з малими спотвореннями
- 51.5-розрядний повно декодуючий ЦАП, що мінімізує кодово залежні імпульсні перешкоди
- 52.10-розрядний сегментований ЦАП
- 53.Логіка ЦАП
- 54.Паралельні цифро-аналогові перетворювачі**
- 55.Паралельний ЦАП що перемикається на конденсаторах
- 56.ЦАП з подвійною буферизацією.
- 57.ЦАП, що інтерполують
- 58.Сигма-дельта ЦАП
- 59.Прямий цифровий синтез
- 60.Частотний синтез з використанням генераторів і ланцюгів фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ)
- 61.Система прямого цифрового синтезу (DDS)
- 62.Гнучка система прямого цифрового синтезу (DDS).

8. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання здобувачів

Контрольні заходи оцінювання результатів навчання включають в себе поточний та підсумковий контроль.

Засобами оцінювання результатів навчання можуть бути: заліки; тести; аналітичні звіти, реферати, есе; розрахункові та розрахунково-графічні роботи; презентації результатів виконаних завдань та досліджень; завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах, реальних об'єктах тощо; інші види індивідуальних та групових завдань.

Поточний контроль.

До форм поточного контролю належить оцінювання:

- рівня знань під час семінарських, практичних, лабораторних занять;
- якості виконання індивідуальної та самостійної роботи.

Поточний контроль здійснюється під час проведення семінарських, практичних та лабораторних занять і має за мету перевірку засвоєння знань, умінь і навичок студентом з навчальної дисципліни.

У ході поточного контролю проводиться систематичний вимір приросту знань, їх корекція. Результати поточного контролю заносяться викладачем до журналів обліку роботи академічної групи за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Оцінки за самостійну та індивідуальну роботи виставляються в журнали обліку роботи академічної групи окремою графою за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Результати цієї роботи враховуються під час виставлення підсумкових оцінок. При розрахунку успішності здобувачів вищої освіти в Університеті враховуються такі види робіт: навчальні заняття (семінарські, практичні, лабораторні тощо); самостійна та індивідуальна роботи (виконання домашніх завдань, ведення конспектів першоджерел та робочих зошитів, виконання розрахункових завдань, підготовка рефератів, наукових робіт, публікацій, розроблення спеціальних технічних пристроїв і приладів, моделей, комп'ютерних програм, виступи на наукових конференціях, семінарах та інше); контрольні роботи (виконання тестів, контрольних робіт у вигляді, передбаченому в робочій програмі навчальної дисципліни). Вони оцінюються за національною системою оцінювання («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»).

Результат навчальних занять за семестр розраховується як середньоарифметичне значення з усіх виставлених оцінок під час навчальних занять протягом семестру та виставляється викладачем в журналі обліку роботи академічної групи окремою графою.

Результат самостійної роботи за семестр розраховується як середньоарифметичне значення з усіх виставлених оцінок з самостійної роботи, отриманих протягом семестру та виставляється викладачем в журналі обліку роботи академічної групи окремою графою.

Здобувач, який отримав оцінку «незадовільно» за навчальні заняття або самостійну роботу, зобов'язаний перескласти її.

Загальна кількість балів (оцінка), отримана здобувачем за семестр перед підсумковим контролем, розраховується як середньоарифметичне значення з оцінок за навчальні заняття та самостійну роботу, та для переводу до 100-бальної системи помножується на коефіцієнт **10**.

$$\begin{array}{l} \text{Загальна кількість} \\ \text{балів (перед} \\ \text{підсумковим} \\ \text{контролем)} \end{array} = \left(\begin{array}{l} \text{Результат} \\ \text{навчальних занять} \\ \text{за семестр} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Результат} \\ \text{самостійної} \\ \text{роботи за семестр} \end{array} \right) / 2 \cdot 10$$

Підсумковий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінки результатів навчання на певному ступені вищої освіти або на окремих його завершених етапах.

Для обліку результатів підсумкового контролю використовується

поточно-накопичувальна інформація, яка реєструється в журналах обліку роботи академічної групи. Результати підсумкового контролю з дисциплін відображаються у відомостях обліку успішності, навчальних картках студентів, залікових книжках. **Присутність студентів на проведенні підсумкового контролю (заліку, екзамену) обов'язкова.** Якщо студент не з'явився на підсумковий контроль (залік, екзамен), то науково-педагогічний працівник ставить у відомість обліку успішності відмітку «не з'явився».

Підсумковий контроль (екзамен, залік) оцінюється за національною шкалою. Для переводу результатів, набраних на підсумковому контролі (екзамені, заліку), з національної системи оцінювання в 100-бальну вводиться коефіцієнт **10**, таким чином максимальна кількість балів на підсумковому контролі (екзамені, заліку), які використовуються при розрахунку успішності студентів становить - **50**

Підсумкові бали з навчальної дисципліни визначаються як сума балів, отриманих здобувачем протягом семестру та балів, набраних на підсумковому контролі (екзамені, заліку).

$$\text{Підсумкові бали навчальної дисципліни} = \frac{\text{Загальна кількість балів (перед підсумковим контролем)}}{\text{підсумковим контролем}} + \frac{\text{Кількість балів за підсумковим контролем}}{\text{підсумковим контролем}}$$

Здобувач вищої освіти, який під час складання підсумкового контролю (залік) отримав незадовільну оцінку, складає його повторно. Повторне складання підсумкового заліку допускається не більше двох разів з кожної навчальної дисципліни: один раз – викладачеві, а другий – комісії, до складу якої входить керівник відповідної кафедри та 2-3 науково-педагогічних працівника.

Критерії оцінювання здобувачів вищої освіти під час поточного контролю (робота на практичних заняттях) та підсумкового контролю. Кафедра визначає вимоги до здобувачів стосовно засвоєння змісту навчальної дисципліни (кількість оцінок, яку він повинен отримати під час аудиторної роботи, самостійної або індивідуальної роботи):

Робота під час навчальних занять	Самостійна та індивідуальна робота	Підсумковий контроль
Отримати не менше 4 позитивних оцінок	Підготувати реферат, підготувати конспект за темою самостійної роботи, вирішити практичне завдання тощо.	Отримати за модульний контроль не менше 30 балів

9. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення

12	97 – 100	Відмінно ("зараховано")	A	„Відмінно” – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою.
11	94-96			
10	90-93			
9	85 – 89	Добре ("зараховано")	B	„Дуже добре” – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані , якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального , робота з двома-трьома незначними помилками.
8	80-84			
7	75 – 79		C	„Добре” – теоретичний зміст курсу освоєний цілком , практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані , якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками , робота з декількома незначними помилками або з однією-двома значними помилками.
6	70 – 74	Задовільно ("зараховано")	D	„Задовільно” – теоретичний зміст курсу освоєний неповністю , але прогалини не несуть істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано , деякі з виконаних завдань містять помилки , робота з трьома значними помилками.
5	65-69			
4	60 – 64		E	„Достатньо” – теоретичний зміст курсу освоєний частково , деякі практичні навички роботи не сформовані , частина передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконана , або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального , робота, що задовольняє мінімуму критеріїв оцінки.
3	40–59	Незадовільно („не зараховано")	FX	„Умовно незадовільно” – теоретичний зміст курсу освоєний частково , необхідні практичні навички роботи не сформовані , більшість передбачених програм навчання, навчальних завдань не виконано , або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального ; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання), робота, що потребує доробки
2	21-40			
1	1–20		F	„Безумовно незадовільно” – теоретичний зміст курсу не освоєно , необхідні практичні навички роботи не сформовані , всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки , додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значимого підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки

10. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернет

Література:

Основна література

1. О.О Можаяєв, Цифрова обробка сигналів / Гнусов Ю.В., Можаяєв М.О., Мелашенко О. П., Рог В. Є. // Навчальний посібник : частина 1. — Харків, Видво Харк. нац. ун-ту внутр. справ, 2019. — 100с.
2. Рибальченко М.О., Єгоров О.П., Зворикін В.Б. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. — Дніпро: НМетАУ, 2018. — 79 с.
3. Сорока Л.С., Северінов О.В., Жученко О.С., та ін. Основи теорії інформації та кодування: Навчальний посібник. Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2011. 264 с. 4.
4. Конспект лекцій.

Допоміжна література

5. Жураковський Ю.П., Полторак П. Теорія інформації та кодування : Підручник. К.: Вища шк., 2011. 255 с.
6. Бабак В.П., Шрюфер Е. Обробка сигналів.- К.:Либідь, 2016. — 320 с

Інформаційні ресурси в Інтернеті

7. Закордонні електронні наукові інформаційні ресурси: European Library. Вільний доступ до ресурсів 47 Національних бібліотек Європи, Австралії, Білорусії, Великої Британії, Німеччини, бібліотека коледжу Лондонського університету.
8. <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/>
9. <https://elibrary.kubg.edu.ua>