

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний авіаційний університет**  
 Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій  
 Кафедра електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей

УЗГОДЖЕНО  
 В.о. Декана ФАЕТБ  
 «16» \_\_\_\_\_ С. Завгородній  
 2020 р.



Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**  
**«Цифрова обробка сигналів та зображень»**

Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації  
 Спеціальність: 171 Електроніка  
 Освітньо-професійна програма: Електронні системи

Форма навчання	Се-местр	Усього (го-дин/кредиті в ECTS)	Лек-ції	Практ. заняття	Лаб. заняття	СРС	ДЗ / РГР /К.р.	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна:	5	180/6,0	33	22	22	103		-	екзамен 5с
Заочна	5,6	180/6,0	10	4	4	162	1К.р.-6с	-	екзамен 6с

Індекс: НБ-2-171-1/19-1.15  
 Індекс: НБ-2-171-1з/19-1.15




Робочу програму навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів та зображень» розроблено на основі освітньої програми та навчальних планів № НБ-2-171-1/19, № НБ-2-171-13/19 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 171 «Електроніка» за освітньо-професійною програмою «Електронні системи» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив:  
професор кафедри електроніки,  
робототехніки і технологій моніторингу  
та інтернету речей

 І. Бойко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 171 «Електроніка» (освітньо-професійні програми: «Електронні системи») - кафедри електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей протокол № 16 від «19» 10 2020 р.

Завідувач кафедри

 В. Шутко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету авіонавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол № 3 від «26» 10 2020 р.

Голова НМРР

 О. Голубничий



## ЗМІСТ

сторінка

<b>Вступ</b> .....	4
<b>1. Пояснювальна записка</b> .....	4
1.1 Заплановані результати .....	4
1.2. Програма навчальної дисципліни .....	5
<b>2. Зміст навчальної дисципліни</b> .....	8
2.1. Структура навчальної дисципліни (тематичний план) .....	8
2.2. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН) .....	9
2.3. Підготовка до екзамену .....	9
<b>3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни</b> .....	9
3.1. Методи навчання .....	9
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) .....	10
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті .....	10
<b>4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь</b> .....	11



## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів та зображень» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених розпорядженнями № 071/роз. від 10.07.2019 р., № 088/роз. від 16.10.2019 р. та відповідних нормативних документів.

### 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

#### 1.1. Заплановані результати

Дана навчальна дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують професійний профіль з електроніки в області аналізу та побудови систем обробки цифрових сигналів та зображень.

**Метою** викладання дисципліни є розкриття сучасних методів та алгоритмів цифрової обробки сигналів та зображень, зокрема із застосуванням ЕОМ, синтезу та аналізу різного типу дискретних систем, що знаходять широке застосування в електроніці.

**Завданнями** вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння необхідними теоретичними знаннями з теорії цифрової обробки сигналів та зображень і основними напрямками їх застосування в системі дисциплін за спеціальністю 171 – «Електроніка»;
- дослідження сучасних аспектів, принципів, методів і алгоритмів з теорії та практики цифрової обробки сигналів (ЦОС) та зображень, які є спільними для багатьох прикладних застосувань в галузі електроніки, зокрема в комп'ютеризованих системах обробки та відображення інформації;
- прищеплення первинних навичок аналізу та синтезу цифрових систем обробки інформації;
- вироблення вміння самостійно використовувати при розв'язанні теоретичних та практичних задач цифрової обробки сигналів та зображень необхідні методи і спеціальну літературу.

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен набути наступні **компетентності**:

ФК1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

ФК 2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів, пристроїв та систем електроніки.

ФК 3. Здатність інтегрувати знання фундаментальних розділів фізики та хімії для розуміння процесів твердотільної, функціональної та енергетичної електроніки, електротехніки.

ФК 4. Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на ефективність та результати інженерної діяльності в галузі електроніки.

ФК 5. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові й технічні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, навички роботи з комп'ютерними мережами, базами даних та Інтернетресурсами для вирішення інженерних задач в галузі електроніки.



ФК 6. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у приладах, пристроях та системах електроніки за допомогою аналітичних методів, засобів моделювання, дослідних зразків та результатів експериментальних досліджень.

ФК 7. Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструкцій пристроїв та систем електроніки.

ФК 8. Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

ФК 9. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв для проектування мікропроцесорних та електронних систем.

ФК10. Здатність застосовувати на практиці галузеві стандарти та стандарти якості функціонування пристроїв та систем електроніки.

ФК11. Здатність контролювати і діагностувати стан обладнання, застосовувати сучасні електронні компоненти та технічні засоби, виконувати профілактику, ремонт та технічне обслуговування електронних пристроїв та систем, монтувати, налагоджувати та ремонтувати аналогові, цифрові та оптичні модулі, розробляти та виготовляти друковані плати, розробляти програмне забезпечення для мікроконтролерів.

Навчальна дисципліна «Цифрова обробка сигналів та зображень» використовує знання, які набувають студенти при вивченні таких дисциплін, як: «Вища математика», «Фізика», «Основи алгоритмізації та програмування в електроніці», «Основи математичного моделювання процесів в електронних пристроях», «Теорія електричних кіл», «Основи цифрових систем» та є базою для вивчення таких дисциплін, як: «Основи комп'ютерних технологій проектування електронних схем», «Основи конструювання електронних пристроїв та інших».

## 1.2. Програма навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля №1 «Цифрова обробка сигналів»;
- навчального модуля №2 «Цифрова обробка зображень»,

кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

### Модуль 1. Цифрова обробка сигналів

**Тема 1. Вступ до цифрової обробки сигналів (ЦОС). Математичний опис дискретних сигналів.**

Предмет та задачі дисципліни «Цифрова обробка сигналів». Задачі ЦОС, її переваги та недоліки у порівнянні з аналоговою обробкою сигналів. Узагальнена система ЦОС. Основні типи сигналів. Типові дискретні сигнали. Основні операції ЦОС. Основна смуга частот. Нормована частота. Області практичного застосування ЦОС.

Короткі відомості про перетворення Фур'є та Лапласа. Дискретні перетворення Фур'є та Лапласа. Їх основні властивості. Особливості спектрів дискретних сигналів. Z-перетворення дискретних сигналів. Його властивості. Зв'язок z-перетворення з перетвореннями Фур'є та Лапласа.

**Тема 2. Опис лінійних дискретних систем (ЛДС) у часі.**



Математична модель системи, класифікація. Основні властивості ЛДС. Означення імпульсної характеристики ЛДС, її властивості. Дискретна згортка. Співвідношення вхід-вихід ЛДС на основі імпульсної характеристики. Означення перехідної характеристики ЛДС, її властивості. Співвідношення вхід-вихід ЛДС на основі перехідної характеристики. Різницеві рівняння ЛДС. Поняття рекурсивних і нерекурсивних ЛДС. Поняття стійкості ЛДС. Критерій стійкості на основі поняття імпульсної характеристики.

### **Тема 3. Опис ЛДС у $z$ -області.**

Означення системної функції ЛДС. Системні функції для рекурсивних і нерекурсивних ЛДС. Співвідношення вхід-вихід ЛДС на основі системної функції. Властивості системної функції та її різновиди. Особливі точки та нулі системної функції. Критерій стійкості ЛДС у  $z$ -області. Системна функція та імпульсні характеристики ланок 1-го та 2-го порядків. Карти нулів і полюсів ланок 1-го та 2-го порядків.

### **Тема 4. Опис ЛДС у частотній області.**

Означення частотної характеристики ЛДС. Її властивості. Співвідношення вхід-вихід ЛДС на основі частотної характеристики. Означення амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) та фазочастотної характеристики (ФЧХ) ЛДС. Розрахунок та аналіз АЧХ і ФЧХ ланок 1-го та 2-го порядків. Мінімально-фазові і не мінімально-фазові ЛДС. Фазові ланки.

### **Тема 5. Структурні схеми ЛДС. Опис ЛДС у просторі станів.**

Структури рекурсивних ЛДС. Пряма структура. Пряма канонічна структура 1. Канонічна структура 2. Канонічна структура 3. Каскадна структура. Паралельна структура. Структури нерекурсивних ЛДС. Пряма структура. Каскадна структура. Принципи вибору структурної схеми ЛДС.

Означення поняття стану ЛДС. Опис ЛДС на основі структурних схем. Означення рівнянь стану та виходу на основі системної функції. Структурне зображення ЛДС на основі рівнянь стану та виходу.

### **Тема 6. Дискретні випадкові сигнали.**

Означення випадкового сигналу. Види випадкових сигналів. Ймовірнісні характеристики випадкових сигналів. Дискретна випадкова послідовність. Дискретний випадковий сигнал. Стаціонарні випадкові сигнали. Спектрально-кореляційний опис випадкових сигналів. Марковські процеси.

Генерування реалізацій випадкових сигналів ЛДС. Стохастичні різницеві рівняння. Стохастичний аналіз дії випадкових сигналів на ЛДС у часовій області. Дія стаціонарного сигналу на ЛДС. Дія процесу типу білого шуму на ЛДС. Стохастичний аналіз дії марковських процесів на ЛДС. Аналіз дії стаціонарних випадкових сигналів на ЛДС у частотній області.

### **Тема 7. Квантування сигналів в цифрових системах.**

Зображення та кодування чисел. Форми зображення чисел. Кодування чисел. Арифметичні операції над числами з фіксованою комою. Квантування чисел та сигналів. Способи квантування чисел. Моделі процесу квантування. Припущення відносно властивостей похибок квантування. Шум аналого-цифрового перетворення (АЦП). Лінійна модель процесу квантування вхідного сигналу. Оцінки шуму АЦП. Шум АЦП, зведений до виходу цифрової системи.



Власні шуми цифрової системи. Лінійна модель цифрової системи. Визначення складових власного шуму. Обчислення власного шуму. Повний вихідний шум системи. Ефекти переповнення в суматорах. Динамічний діапазон цифрової системи. Масштабуючі коефіцієнти. Ефекти квантування коефіцієнтів цифрової системи. Поняття про паралельні цикли.

### **Тема 8. Вступ до цифрових фільтрів. СІХ-фільтри з лінійною ФЧХ.**

Основні означення та класифікація цифрових фільтрів. Синтез цифрових фільтрів. Вимоги до цифрових фільтрів. Типи вибіркового фільтрів та задання вимог до них. Характеристика задачі оптимального синтезу. Міра близькості в задачах апроксимації ЦОС. Постановка задачі оптимального синтезу. Вагова функція. Конструювання функціональної схеми цифрового фільтра.

Умови передачі сигналів без спотворень. Теорема про СІХ-фільтри з лінійною ФЧХ. Структурні схеми СІХ-фільтрів з лінійною ФЧХ. Частотні характеристики СІХ-фільтрів з лінійною ФЧХ (СІХ-фільтри типу 1 і 3; СІХ-фільтри типу 2 і 4). Властивості СІХ-фільтрів з лінійною ФЧХ типу 1, 2, 3 і 4.

### **Тема 9. Синтез СІХ-фільтрів методом вікон.**

Постановка задачі. Означення методу. Загальна характеристика задачі. Явище Гіббса. Вікна та їх основні параметри: прямокутне вікно (вікно Діріхле), трикутне вікно (вікно Бартлетта), узагальнене косинусне вікно, вікно Кайзера. Визначення величини пульсацій Гіббса. Методика синтезу СІХ-фільтрів на основі вікон.

### **Тема 10. Синтез оптимальних за Чебишовим СІХ-фільтрів.**

Поняття про синтез оптимальних за Чебишовим фільтрів. Постановка задачі оптимального синтезу. Поняття про поліноми Чебишова. Теорема Чебишова. Поліноміальний алгоритм Ремеза. Поняття про алгоритм Ремеза. Приклад використання обмінного алгоритму Ремеза.

### **Тема 11. Синтез НІХ-фільтрів. Метод білінійного $z$ -перетворення.**

Короткий огляд синтезу аналогових фільтрів-прототипів. Реактансні перетворення частоти. Апроксимація АЧХ раціональними функціями.

Синтез НІХ-фільтрів методом інваріантних імпульсних характеристик. Постановка задачі та її розв'язок. Властивості НІХ-фільтрів, синтезованих методом інваріантних імпульсних характеристик. Процедура синтезу НІХ-фільтрів методом інваріантних імпульсних характеристик.

Білінійне  $z$ -перетворення. Означення білінійного  $z$ -перетворення. Його властивості. Порівняння методів інваріантних імпульсних характеристик і білінійного  $z$ -перетворення. Процедура синтезу цифрового фільтру на основі білінійного  $z$ -перетворення. Синтез НІХ-фільтрів методом частотних перетворень НІХ-фільтрів нижніх частот.

## **Модуль 2. Цифрова обробка зображень**

### **Тема 1. Основи цифрового представлення зображень.**

Зображення як багатовимірні сигнали. Сірошкальне зображення. Застосування цифрової обробки зображень. Цифрове представлення зображень. Неперервне та дискретне зображення. Елементи дискретного зображення – пікселі. Дискретизація зображень. Визначення реального часу. Апаратний, програмний та апаратно-програмний способи реалізації алгоритмів цифрової обробки сигналів.

### **Тема 2. Просторові методи покращення зображень.**



Просторова область обробки зображень. Градаційна перетворення зображень. Види градаційних перетворень. Степеневі перетворення зображень. Процедура гамма-корекції. Еквалізація гістограми. Означення поняття гістограми дискретного зображення. Причини, що обумовлюють застосування еквалізації гістограми. Просторова фільтрація зображень. «Маска» коефіцієнтів. Приклади масок. Медіанна фільтрація.

### **Тема 3. Частотні методи покращення зображень.**

Двовимірне перетворення Фур'є. Пряме та обернене двовимірне перетворення Фур'є для неперервних зображень. Пряме та обернене двовимірне перетворення Фур'є для дискретних зображень. Періодичність спектрів дискретних зображень. Амплітудний та фазовий спектри зображень. Фільтрація зображень у частотній області. Комплексна частотна характеристика фільтра. Види фільтрів: фільтр нижніх частот, фільтр верхніх частот, смуговий фільтр та загороджувальний фільтр. Перетворення спектрів зображень лінійними фільтрами.

### **Тема 4. Цифрова обробка кольорових зображень**

Адитивна колірна модель RGB. Кодування кольору градаціями складових каналів (Red, Green, Blue). Переваги та недоліки колірної моделі RGB. Субтрактивна колірна модель CMYK та її застосування у поліграфії при кольоровому друці. Колірна модель HSB(HSV). Характеристики кольору: Hue – колірний тон, Saturation – насиченість, Brightness – яскравість, Value – значення кольору. Способи візуалізації колірного простору.

### **Тема 5. Стиснення зображень.**

Методи стиснення зображень. Стиснення з втратами. Стиснення без втрат. Метод стиснення на основі групового кодування (алгоритм RLE – run-length encoding). Метод стиснення з втратами (алгоритм JPEG – Joint Photographic Expert Group). Алгоритм Хаффмана. Алгоритм JBIG (Joint Bi level Experts Group) для стиснення однобітних чорно-білих зображень. Фрактальний стиск.

### **Тема 6. Основи сегментації зображень.**

Сегментація зображень. Практичне застосування сегментації. Методи сегментації, засновані на кластеризації. Методи сегментації використанням гістограми. Метод розростання областей з насіння. Використання яскравості пікселів. Методи розрізу графа. Метод водоподілу. Сегментація за допомогою моделі. Багатомасштабна сегментація.

## **2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **2.1. Структура навчальної дисципліни**

№ п/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год)									
		Денна форма навчання					Заочна форма навчання				
		Усього	Лекції	Пр. зан.	Лаб.роб.	СРС	Усього	Лекції	Пр. зан.	Лаб.роб.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>5 семестр</b>											
<b>Модуль № 1 «Цифрова обробка сигналів»</b>											





1.1	Вступ до цифрової обробки сигналів (ЦОС). Математичний опис дискретних сигналів	9	2	2	-	5	10	2	-	-	8
1.2	Опис лінійних дискретних систем (ЛДС) у часі	14	2	2	2	8	13	2	2	-	9
1.3	Опис ЛДС у $z$ -області	9	2	2	-	5	7	-	-	-	7
1.4	Опис ЛДС у частотній області	14	2	2	2	8	10	-	-	2	8
1.5	Структурні схеми ЛДС. Опис ЛДС у просторі станів	4	2	-	-	2	7	-	-	-	7
1.6	Дискретні випадкові сигнали	14	2	2	2	8	7	-	-	-	7
1.7	Квантування сигналів в цифрових системах	9	2	-	2	5	7	-	-	-	7
1.8	Вступ до цифрових фільтрів. СІХ-фільтри з лінійною ФЧХ	14	2	2	2	8	10	2	-	-	8
1.9	Синтез СІХ-фільтрів методом вікон	9	2	-	2	5	7	-	-	-	7
1.10	Синтез оптимальних за Чебишовим СІХ-фільтрів	4	2	-	-	2	7	-	-	-	7
1.11	Синтез НІХ-фільтрів. Метод білінійного $z$ -перетворення	4	2	-	-	2	7	-	-	-	7
1.12	Модульна контрольна робота №1	7	-	2	-	5	-	-	-	-	-
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>111</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>63</b>	<b>92</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>82</b>
<b>Модуль №2 «Цифрова обробка зображень»</b>											
<b>5 семестр</b>							<b>6 семестр</b>				
2.1	Основи цифрового представлення сигналів	9	2	2	-	5	18	2	2	-	14
2.2	Просторові методи покращення сигналів	14	2	2	2	8	18	2	-	2	14
2.3	Частотні методи покращення сигналів	14	2	2	2	8	11	-	-	-	11
2.4	Цифрова обробка кольорових зображень	9	2	-	2	5	11	-	-	-	11
2.5	Стиснення зображень	9	2	-	2	5	11	-	-	-	11
2.6	Основи сегментації зображень	7	1	-	2	4	11	-	-	-	11
2.7	Контрольна (домашня) робота	-	-	-	-	-	8	-	-	-	8
2.8	Модульна контрольна робота №2	7	-	2	-	5	-	-	-	-	-
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>69</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>88</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>80</b>
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>180</b>	<b>33</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>103</b>	<b>180</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>162</b>

## 2.2. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН)

Контрольна (домашня) робота з дисципліни виконується у шостому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента при вивченні дисципліни.

Теми рефератів та завдання для виконання практичної частини контрольної (домашньої) роботи здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій, розроблених провідними викладачами кафедри.

Час, потрібний для виконання контрольної складає 8 годин самостійної роботи.



### 2.3. Підготовка до екзамену

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену розробляються провідними викладачами, затверджуються протоколом засідання кафедри та доводяться до відома студентів.

## 3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

### 3.1. Методи навчання

При вивчення навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний метод;
- метод проблемного викладу;
- репродуктивний метод;
- дослідницький метод.

Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, демонстрацій, самостійному вирішенні задач, роботі з навчальною літературою для опанування фундаментальних, загально технічних і професійних основ спеціальності за напрямом «Мікро- та наносистемна техніка», специфіки майбутньої роботи випускника.

### 3.2. Рекомендована література

#### Базова література

3.2.1. Основы цифровой обработки сигналов: Курс лекций /Авторы: А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов, Е. Б. Соловьева/ Изд. 2-е испр. и перераб. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 768 с.

3.2.2. Айфичер, Эммануил С., Джервис, Барри У. Цифровая обработка сигналов: практический подход, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 992 с.

3.2.3. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 500 с.

3.2.4. Конспект лекцій з дисципліни «Обробка сигналів та зображень» (для студентів денної форми навчання напряму 6.170101»Безпека інформаційних і комунікаційних систем») /Укладачі: к. т. н., доцент Фриз М. Є., Стадник М. А. – Тернопіль: ЕНТУ, 2015 – 97 с.

#### Допоміжна література

3.2.5. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ. – М.: Связь, 1979. – 416 с.

3.2.6. Гольденберг Л.М., Матюшин Б.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов: Учеб. пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1990. – 256 с.


3.2.7. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб: Питер, 2002. – 608 с.

3.2.8. Творошенко І. С. Конспект лекцій з дисципліни «Цифрова обробка зображень» (для студентів 5 курсу денної та заочної форм навчання спеціальності 7.08010105 – Геоінформаційні системи та технології) /І. С. Творошенко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, - Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 75 с.

3.2.9. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиотехнических приложениях. /Под ред. В. Ф. Кравченко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 544 с.

### 3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті

3.3.1 <http://kafelec.nau.edu.ua/materialu12-ukr.html>

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів та зображень»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП РП 22.02-01-2020
		стор. 11 з 12	

#### 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів		
	Денна форма навчання		Заочна форма навчання
	5 семестр		6 семестр
	Модуль №1	Модуль №2	
Виконання завдань на практичних заняттях	4(сумарно)	3(сумарно)	10б×2=20
Виконання та захист лабораторних робіт	3б×6=18	3б×5=15	10б×2=20
Виконання та захист домашнього завдання (контрольної роботи)			20
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи студент має набрати не менше</i>	<i>18 балів</i>	<i>22 балів</i>	–
Виконання модульної контрольної роботи	10	10	–
<b>Усього за модулем</b>	<b>32</b>	<b>28</b>	
<b>Семестровий екзамен</b>	<b>40</b>		<b>40</b>
<b>Усього за дисципліною</b>	<b>100</b>		<b>100</b>

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку.

**Залікова рейтингова оцінка** визначається (в балах та за національною шкалою) за результатами виконання всіх видів навчальної роботи протягом семестру.

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума поточної та контрольної модульних рейтингових оцінок становить підсумкову модульну рейтингову оцінку, яка в балах та за національною шкалою заноситься до відомості модульного контролю.

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента.

4.6. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка заноситься до залікової книжки та навчальної картки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.7. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці. Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.



(Ф 03.02 – 01)

### АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

### АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

### АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

### АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

### УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				