МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

Кафедра комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної роботи, к.т.н., доцент

_____ С.О. Слободян

«___» _____ 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ

Digital signal processing

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Тип дисципліни вибіркова

Мова викладання українська

Миколаїв – 2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів» для здобувачів вищої освіти ступеня бакалавр технічних спеціальностей

«7» 12 2021 р. – 20 с.

Розробник: Касьянов Ю.І., старший викладач кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки (КТІБ).

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів» розглянуто на засіданні кафедри КТІБ.
Протокол від «7» 12 2021 р. № 5.

Завідувач кафедри КТІБ, к.т.н., доцент _____ С.М. Нужний

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки.
Протокол від «23» 12 2021 р. № 5.

Голова, к.т.н., доц. _____ В.А. Скороходов

Проєкт робочої програми навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів» погоджено з навчальним відділом.

Начальник навчального відділу, к.т.н., доцент _____ А.В. Лабарткава

Робочу програму навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів» затверджено Навчально-методичною радою НУК ім. адм. Макарова.
Протокол від «23» 02 20 р. № 2.

Голова Науково-методичної ради НУК ім. адм. Макарова,
д.т.н., професор _____ Є.І. Трушляков

© Касьянов Ю.І., 2022 рік
© НУК, 2022 рік

Анотація

Ознайомлення з можливостями сучасних методів і програмних засобів цифрової обробки сигналів та набуття навичок їх практичного застосування є важливою складовою процесу формування компетентного фахівця, діяльність якого пов’язана з технічними науками.

Навчальна дисципліна «Цифрова обробка сигналів» є вибірковою навчальною дисципліною і забезпечує формування уміння використовувати сучасні методи та програмні засоби для цифрової обробки сигналів в системах автоматизації управління, технічного захисту інформації та в інженерних і наукових дослідженнях електротехнічних об'єктів і систем.

В дисципліні вивчаються основні аспекти аналого-цифрового перетворення та генерації цифрових сигналів, цифрової фільтрації, аналізу сигналів засобами обчислювальної техніки, обробки аудіо та відео інформації, використання для цього сучасних програмних засобів.

Перевагою даного курсу є можливість об’єднати фундаментальні аспекти сучасної теорії цифрової обробки сигналів з набором сучасних програмних засобів для практичного дослідження вказаних питань.

Варто відзначити, що вивчення навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів» не тільки дає здобувачу вищої освіти ґрунтовні знання і необхідні компетентності для фахового застосування в професійній діяльності, а ще й формує фундамент для підвищення ефективності поточного навчального процесу і навчання на наступних рівнях вищої освіти.

Ключові слова: цифрова обробка сигналів, аналіз сигналів, цифрова фільтрація, обробка аудіо та відео інформації, програмні засоби.

Abstract

Getting acquainted with the possibilities of modern methods and software of digital signal processing and acquiring skills of their practical application is an important part of the process of forming a competent specialist whose activities are related to technical sciences.

The course "Digital signal processing" is a selective discipline and provides the formation of the ability to use modern methods and software for digital signal processing initial data, the implementation of algorithms for solving engineering problems, the output of computations in digital and graphical forms.

The discipline studies the main aspects of analog-to-digital conversion and digital signals generation, digital filtering, analysis of signals by computer technology means, digital processing of audio and video information, the use of modern software for these tasks .

The advantage of this course is the ability to combine fundamental aspects of modern theory of digital signal processing with a set of modern software for the practical study of these issues.

It should be noted that the study of the discipline "Digital Signal Processing" not only provides the graduate with solid knowledge and the necessary competencies for use in professional activities, but also forms the foundation for improving the current educational process and training at the next levels of higher education.

Keywords: digital signal processing, signal analysis, digital filtering, audio and video information processing, software.

ЗМІСТ

1. Опис навчальної дисципліни 6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни 7
3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни 7
4. Очікувані результати навчання 7
5. Програма навчальної дисципліни 8
6. Методи навчання , засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування 12
7. Форми поточного та підсумкового контролю 13
8. Критерії оцінювання результатів навчання 15
9. Засоби навчання 18
10. Рекомендовані джерела інформації 18

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>Денна форма навчання</td><td>Заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 5</td><td rowspan="3">–</td><td colspan="2">Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 1</td><td colspan="2">Рік підготовки</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 3</td><td>2-й</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Електронна адреса РПНД на сайті Університету
_____
Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачено</td><td rowspan="6">–</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>4-й</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>6 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Загальна кількість годин – 150</td><td rowspan="3">–</td><td colspan="2">Практичні</td></tr>
<tr><td>30 год.</td><td>6 год</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Тижневих годин для денної форми навчання:
- аудиторних: 4;
- самостійної роботи: 6.</td><td rowspan="4">Рівень вищої освіти:
перший (бакалаврський)</td><td>90</td><td>138</td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальне завдання не передбачено</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вид контролю:
залік.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма контролю:
усна, письмова.</td></tr>
</table>

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів» є оволодіння знаннями та формування практичних навичок обробки та передачі цифрових сигналів в системах автоматизованого управління, технічного захисту інформації та інших об'єктах і системах, а також їх моделювання і аналізу сучасними програмними засобами, що дасть можливість:

- застосовувати набуті знання про методи аналізу та моделювання цифрових систем для розв’язування практичних задач;
- ефективно вести дослідження, формуючи, аналізуючи та обробляючи сигнали в цифровій формі;
- використовувати сучасне програмно-апаратне забезпечення для обробки сигналів;
- системно мислити при аналізі сигналів та формуванні висновків.

Перевагою даного курсу є можливість об’єднати фундаментальні аспекти сучасної теорії цифрової обробки сигналів з набором сучасних програмних засобів для практичного дослідження об'єктів і процесів, використавши їх в подальшому навчальному процесі та в наступній професійній діяльності.

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Передумов для вивчення навчальної дисципліни «Цифрова обробка сигналів» немає.

4. Очікувані результати навчання

В результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти буде:

- знати загальні принципи та методи цифрової обробки сигналів;
- знати методи фільтрації та алгоритми стискання цифрових аудіо і відео сигналів;
- уміти оцінювати необхідні параметри дискретизації і квантування та визначати спектральний склад сигналів, розробляти та реалізувати алгоритми спеціальної обробки сигналів;
- уміти розв’язувати задачі аналізу та синтезу цифрових фільтрів;
- уміти використовувати інформаційні технології та сучасні програмні продукти для обробки та аналізу цифрових сигналів;
- уміти розробляти математичні моделі типових цифрових систем та здійснювати їх імітаційне моделювання.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Представлення та перетворення дискретних сигналів

Тема 1. Перетворення сигналів в системах цифрової обробки. Дискретизація та квантування. [1], с. 138–147; [4], с. 18–21.
Тема 2. Теорема та ряд Котельникова. Спектр дискретного сигналу. [1], с. 139–153; [2], с. 46–51; [3], с. 6–12.
Тема 3. Дискретне перетворення Фур'є та швидке перетворення Фур'є. [1], с. 288–304; [2], с. 51–57.
Тема 4. Дискретне косинусне перетворення та дискретна згортка. [2], с. 57–59, 64–65; [4], с. 62–63, 74–75.
Тема 5. Дискретне перетворення Лапласа і Z – перетворення. [1], с. 159–165; [2], с. 60–64; [4], с. 41–48.

Змістовий модуль 2. Цифрова фільтрація

Тема 6. Лінійні дискретні системи та цифрові фільтри. Їх передатні функції. [1], с. 206–220; [2], с. 65–74; [3], с. 20–22.
Тема 7. Параметри і характеристики цифрових фільтрів. [1], с. 210–213, 249–258; [3], с. 25–29.
Тема 8. Форми реалізації структур цифрових фільтрів. [1], с. 234–244; [2], с. 65–74; [3], с. 22–25.
Тема 9. Синтез нерекурсивних фільтрів. [1], с. 383–393; [2], с. 120–130; [3], с. 35–41.
Тема 10. Синтез рекурсивних фільтрів. [1], с. 371–383; [2], с. 131–136; [3], с. 42–45.

Змістовий модуль 3. Цифрова обробка аудіо сигналів та відеозображень

Тема 11. Обробка мовленнєвих та аудіо сигналів в часовій та частотній областях. [2], с. 145–155.
Тема 12. Гомоморфна обробка мовленнєвих сигналів. Шумоочищення. [2], с. 156–165.
Тема 13. Цифрова обробка зображень шляхом поелементних перетворень. [2], с. 180–190; [4], с. 110–125.
Тема 14. Фільтрація зображень. [2], с. 190–200; [4], с. 126–142.
Тема 15. Стиснення звукових сигналів та зображень. [2], с. 171–179, 200–217.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Денна форма навчання					Заочна форма навчання				
	Кількість годин									
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
Змістовий модуль 1. Представлення та перетворення дискретних сигналів										
Тема 1. Перетворення сигналів в системах цифрової обробки. Дискретизація та квантування.	12	2	4	–	6	60	2	–	–	10
Тема 2. Теорема та ряд Котельникова. Спектр дискретного сигналу.	10	2	–	–	8			–	–	10
Тема 3. Дискретне перетворення Фур'є та швидке перетворення Фур'є.	14	2	4	–	8			2	–	14
Тема 4. Дискретне косинусне перетворення та дискретна згортка.	12	2	2	–	8			–	–	10
Тема 5. Дискретне перетворення Лапласа і Z – перетворення.	12	2	2	–	8			–	–	12
Разом за змістовим модулем 1	***60***	***10***	***12***	**–**	***38***	***60***	***2***	***2***	**–**	***56***
Змістовий модуль 2. Цифрова фільтрація										
Тема 6. Лінійні дискретні системи та цифрові фільтри. Їх передатні функції.	9	2	2	–	5			–	–	8
Тема 7. Параметри і характеристики цифрових фільтрів.	9	2	2	–	5			2	–	8

Назви змістових модулів і тем	Денна форма навчання					Заочна форма навчання				
	Кількість годин									
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
Тема 8. Форми реалізації структур цифрових фільтрів.	8	2	–	–	6			–	–	8
Тема 9. Синтез нерекурсивних фільтрів.	9	2	2	–	5	45	2	–	–	8
Тема 10. Синтез рекурсивних фільтрів.	10	2	2	–	6			–	–	9
Разом за змістовим модулем 2	***45***	***10***	***8***	**–**	***27***	***45***	***2***	***2***	**–**	***41***
Змістовий модуль 3. Цифрова обробка аудіо сигналів та відеозображень										
Тема 11. Обробка мовних та аудіо сигналів в часовій та частотній областях.	9	2	2	–	5			–	–	8
Тема 12. Гомоморфна обробка мовних сигналів. Шумоочищення.	10	2	2	–	6			–	–	8
Тема 13. Цифрова обробка зображень шляхом поелементних перетворень.	8	2	2	–	4	45	2	–	–	8
Тема 14. Фільтрація зображень.	10	2	2	–	6			2	–	9
Тема 15. Стиснення звукових сигналів та зображень.	8	2	2	–	4			–	–	8
Разом за змістовим модулем 3	***45***	***10***	***10***	**–**	***25***	***45***	***2***	***2***	**–**	***41***
Разом за курсом	**150**	**30**	**30**	**–**	**90**	**150**	**6**	**6**	**–**	**138**

Теми практичних занять

№	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Змістовий модуль І			
1	Суть та засоби цифрової обробки сигналів. Дискретизація та квантування сигналів.	4	–
2	Дискретне перетворення Фур'є	2	2
3	Швидке перетворення Фур'є	2	–
4	Дискретне косинусне перетворення	2	–
5	Z – перетворення	2	–
Змістовий модуль ІІ			
6	Дискретна згортка та фільтрація сигналу.	2	–
7	Моделювання лінійних дискретних систем	2	–
8	Синтез нерекурсивного цифрового фільтра	2	2
9	Синтез рекурсивного цифрового фільтра	2	–
Змістовий модуль ІІІ			
80	Дослідження мовного сигналу в часовій області.	2	–
91	Спектральний аналіз мовних сигналів	2	–
102	Поелементні перетворення зображень.	2	–
113	Фільтрація зображень	2	2
124	Стиснення аудіо і відеосигналів	2	–
	Разом	**30**	**6**

За необхідністю можуть проводитись групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри в тому числі із застосуванням дистанційних технологій навчання. Це сприяє роз’ясненню найбільш складних питань дисципліни та підвищенню якості виконання завдань.

Практичні заняття проводяться в лабораторіях кафедри з використанням комп’ютерної техніки. Допускається виконання практичних завдань в дистанційному режимі із застосуванням персонального комп’ютерна за межами лабораторій кафедри.

Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти є однією з форм організації навчання, основною формою оволодіння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння здобувачем вищої освіти в процесі самостійної роботи, включається в завдання поточного контролю разом із навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні навчальних занять.

Денна форма навчання

Розподіл годин самостійної роботи для денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5 год. / 1 год. занять;
- самостійне опрацювання лекційних матеріалів – 0,5 год. / 1 год. занять;
- підготовка та виконання практичних робіт – 1 год. / 1 робота;
- підготовка до контрольних заходів – 15 год. на 1 захід.

Заочна форма навчання

Розподіл годин самостійної роботи для заочної форми навчання:

- підготовка до оглядових лекцій – 2 год. / 1 год. занять;
- самостійне опрацювання теоретичного матеріалу – 4 год. / 1 тему;
- виконання практичних робіт – 2 год. / 1 практична робота;
- підготовка та написання контрольної і залікової робіт – 54 год.

Завдання для самостійної роботи

№	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
1	Підготовка до лекцій	15	12
2	Самостійне опрацювання теоретичного (лекційного) матеріалу	15	60
3	Виконання практичних робіт	15	12
4	Підготовка до контрольних заходів	45	54
Усього годин за модуль 1 (разом за курсом)		**90**	**138**

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Виконання індивідуального науково-дослідного завдання робочою програмою не передбачено.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Здобувач зобов'язаний вивчити теоретичний матеріал та здобути практичні навички у відповідності до тематичного плану навчальної дисципліни.

Методи навчання:

- для засвоєння теоретичного (лекційного) матеріалу: лекція; пояснення; бесіда; демонстрування; ілюстрування; робота з літературою;
- для отримання практичних навичок: практичні роботи; вправи; інструктаж; обчислювальний експеримент та моделювання.

Засобами оцінювання результатів навчання є:
- модульні контрольні роботи;
- звіти з практичних робіт;
- комплексна (залікова) контрольна робота (за необхідністю).

Методами демонстрування результатів навчання є:
- усні відповіді;
- письмові відповіді;
- виконання завдань із застосуванням комп'ютерної техніки;
- оформлення звітів з практичних робіт;
- проходження тестування (за необхідністю).

Допускається застосування дистанційних технологій для діагностики результатів навчання.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача вищої освіти оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Поточний контроль проводиться в межах навчальних занять і передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначених тем (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та практичних навичок, набутих під час виконання практичних завдань.

Поточний контроль здійснюється протягом семестру в наступних формах:
- перевірка та захист звітів з практичних робіт;
- проведення та перевірка модульних контрольних робіт;
- контрольна робота на заочній формі навчання;
- семестрова атестація;
- перевірка конспекту лекцій;
- контроль відвідування занять.

Перевірка звіту з практичної роботи включає оцінювання правильності та повноти виконання завдання, правильності та повноти висновків, правильності оформлення звіту.

Процедура захисту звіту включає один або декілька елементів:
- письмове викладення відповідей на запитання за тематикою роботи;
- усне опитування за тематикою роботи;
- виконання завдань із застосуванням комп'ютерної техніки (демонстрація працездатності розроблених програм, доповнення усних відповідей прикладами тощо).

Оцінені звіти з практичних робіт на протязі семестру зберігаються у здобувача вищої освіти, пред'являються і здаються викладачу перед початком екзаменаційної сесії (допускається зберігання на протязі семестру у викладача за його вимогою).

При виконанні модульних контрольних робіт здобувач вищої освіти відтворює засвоєні знання шляхом надання письмових відповідей на поставлені запитання. На теоретичні запитання необхідно давати розгорнуті відповіді,

супроводжуючи їх прикладами та ілюстраціями. Повнота відповідей оцінюється згідно з теоретичним матеріалом, наведеним у джерелах інформації для кожної теми. На тестові запитання потрібно вказати номер правильної відповіді та її формулювання.

Модульні контрольні роботи можуть містити практичну частину у вигляді задач або коротких завдань із застосуванням комп'ютерної техніки, що оцінюється за отриманим результатом.

Модульні контрольні роботи можуть виконуватись під час занять або в дистанційному режимі чи у вигляді домашнього завдання. За необхідності може проводитись додаткове усне уточнююче опитування.

Контрольна робота на заочній формі навчання має ті ж вимоги, виконується на протязі семестру і здається до проведення підсумкового контролю.

Поточний модульний контроль проводиться з урахуванням даних поточного контролю за відповідний змістовний модуль і має на меті оцінку результатів знань студента після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.

Семестрова атестація дає змогу здійснити проміжну оцінку досягнень здобувача вищої освіти. В період семестрової атестації викладач оцінює результати поточного контролю та атестує чи не атестує здобувача вищої освіти.

За рішенням кафедри студентам, які брали участь у науково-дослідній роботі – роботі конференцій, студентських наукових гуртків, підготовці публікацій, а також були учасниками олімпіад, конкурсів, тощо можуть присуджуватися додаткові бали. Додаткові бали також можуть присуджуватися за результатами перевірки конспекту лекцій, контролю відвідування занять та за активність на лекціях і практичних заняттях.

За всі поточні контрольні заходи протягом семестру, з урахуванням додаткових балів, студент сумарно може отримати від 0 до 100 балів.

Умовою допуску студента до семестрового підсумкового контролю є мінімальна сума у 60 балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів.

Семестровий підсумковий контроль з дисципліни проводиться відповідно до навчального плану у вигляді ***заліку*** в терміни, встановлені графіком навчального процесу, та в обсязі навчального матеріалу, визначеному робочою програмою навчальної дисципліни.

Студент, який набрав за всі поточні контрольні заходи менше 60 балів або хоче отримати додаткові бали, пише семестрову залікову роботу (проводиться у письмовій формі), до якої він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів не менше 35 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову залікову роботу становить 30 балів. Студенти заочної форми навчання пишуть підсумкову залікову роботу обов'язково.

Підсумкова оцінка з дисципліни від 60 до 100 балів визначається як сума балів за змістовими модулями та семестрової залікової роботи (у разі її написання).

Відповідно до "Положення про порядок оцінювання знань студентів в Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова" підсумкова оцінка заліку з дисципліни проставляється в екзаменаційній відомості у балах і за системою ЄКТС:

Рівні підсумкової оцінки заліку з дисципліни

Оцінка за 100-бальною шкалою університету / Grade according to 100-points scale of University	**Оцінка за шкалою ЄКТС** / Grade according to ECTS scale
90-100 (творчий рівень)/(creative level)	**A** (відмінно) / (excellent)
82-89 (високий рівень)/(high level)	**B** (дуже добре) / (very good)
74-81 (добрий рівень)/(good level)	**C** (добре) / (good)
64-73 (середній рівень)/(average level)	**D** (посередньо) / (average)
60-63 (задовільний рівень)/(satisfactory level)	**E** (достатньо) / (satisfactory)
35-59 (низький рівень)/(low level)	**FX** (незадовільно з можливістю повторного складання) / (unsatisfactory with the possibility to repass the exam)
1-34 (незадовільний рівень)/(unsatisfactory level)	**F** (незадовільно з обов'язковим повторним вивченням) / (unsatisfactory with the compulsory repeating of the course)

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

У даному розділі вказується кількість балів, яку може отримати здобувач при виконанні певних видів навчальної роботи в розрізі тем із зазначенням балів за поточну успішність та підсумкову атестацію і критерії їх отримання.

При оцінюванні практичних робіт враховуються наступні критерії:

- виконання роботи та правильність виконання;
- наявність звіту, вчасність подачі та якість звіту;
- захист звіту.

Максимальна оцінка за кожну практичну роботу – 5 балів. На заочній формі навчання – 10 балів.

Максимальна сумарна кількість балів за практичні роботи – 5 х 14 = 70 балів. На заочній формі навчання – 10 х 3 = 30 балів

Критерії оцінювання практичних робіт

Кількість балів (в дужках для заоч. форми)	**Критерії оцінювання**
5 (10)	Роботу виконано самостійно, завдання виконано правильно. Звіт здано у встановлений термін, оформлення звіту повністю відповідає вимогам, у висновках проведено коректну інтерпретацію результатів. Студент надав правильні відповіді на всі питання захисту.
4 (8)	Робота виконана правильно з консультаціями викладача. Звіт здано у встановлений термін, можливі несуттєві помилки в оформленні звіту та незначні некоректності у висновках. Студент надав принципово правильні відповіді на питання захисту (без суттєвих помилок).
3 (6)	Роботу виконано із підказками викладача та незначними помилками. Звіт містить неточності у висновках та окремі помилки. Студент відповів на питання захисту частково чи з принциповими помилками.
2 (4)	Завдання виконано у повному об'ємі але з помилками. Звіт містить неточності у висновках та окремі помилки. Студент не відповів на питання захисту.
1 (2)	Завдання виконано не у повному об'ємі (не менше 70%). Надано звіт, що містить неточності і помилки. Студент не відповів на питання захисту.
0	Робота не виконана.
	Максимальна сумарна оцінка студента за даний компонент програми - 70 балів (14 робіт по 5 балів). При незначних відхиленнях від вказаних критеріїв оцінка може доповнюватись знаками "-" або "+", що при підсумовуванні відповідає 0,5 бала.

Для поточного модульного контролю студентами виконуються 3 (три) модульних контрольних роботи за матеріалами змістовних модулів. Максимальний бал за кожну МКР – 10 балів. Загальна сума балів за модульні контрольні роботи – 10 х 3 = 30 балів.

Модульні контрольні роботи можуть містити теоретичні питання за матеріалом змістовного модуля, тестові питання та практичні задачі чи завдання з використанням обчислювальної техніки.

Максимальна оцінка за відповідь на теоретичне питання – 3 бали.

Оцінка за правильну відповідь на тестове питання 1 або 2 бали (залежно від складності).

Максимальна оцінка за задачу чи практичне завдання – 4 бали.

За заочною формою навчання модульні контрольні роботи не проводяться, а на протязі семестру виконується єдина контрольна робота. Максимальна оцінка за контрольну роботу – 40 балів.

За заочною формою навчання в кінці семестру також виконується підсумкова залікова робота. Максимальна оцінка за підсумкову залікову роботу – 30 балів.

Вага кожного окремого питання в контрольній роботі заочної форми навчання та підсумковій заліковій роботі подвоюється.

Критерії оцінювання теоретичних питань в МКР

Кількість балів	**Критерії оцінювання**
3	Відповідь на питання правильна, розгорнута, супроводжується прикладами та ілюстраціями.
2	Відповідь на питання правильна, але відсутні приклади чи ілюстрації та є несуттєві помилки.
1	Відповідь на питання має суттєві помилки.
0	Відповідь неправильна.

Критерії оцінювання задач та практичних завдань в МКР

Кількість балів	**Критерії оцінювання**
4	Завдання виконано повністю і правильно.
3	Завдання виконано повністю але має несуттєві помилки.
2	Завдання виконано повністю але має суттєві помилки.
1	Завдання виконано частково.
0	Завдання не виконано.

Розподіл оцінки за змістовними модулями та видами контролю

	Денне форма		Заочна форма	
	Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Практичні заняття	25	Практичні заняття	10
	МКР 1	10	-	-
ЗМ 2	Практичні заняття	20	Практичні заняття	10
	МКР 2	10	-	-
ЗМ 3	Практичні заняття	25	Практичні заняття	10
	МКР 3	10	-	-
КР	-	-	Контрольна робота	40
Підсумковий контроль	Залік		Залікова робота Залік	30
Сума		**100**		**100**

9. Засоби навчання

Апаратне забезпечення, необхідне для вивчення навчальної дисципліни, включає персональний комп'ютер (настільний або ноутбук).

Системне програмне забезпечення, необхідне для вивчення навчальної дисципліни, включає операційну систему.

Прикладне програмне забезпечення, необхідне для вивчення навчальної дисципліни, включає: програмні середовища Mathcad та Matlab.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основні:

1. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. для вузов / А.Б. Сергиенко. − СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 768 с.

2. Бондарев В.Н. Цифровая обработка сигналов: методы и средства: Уч. пособие для вузов / В.Н. Бондарев, Г. Трёстер, В.С. Чернега. – Севастополь: СевГТУ, 1999. – 398 с.

3. Заболотній С. В. Цифрове оброблення сигналів: Навч. посібник [Електронний ресурс] / Авт.-укл. С. В.Заболотній; За ред. проф. Ю. Г. Леги. – Черкаси: ЧДТУ, 2010. – 119 с.

4. Цифрова обробка аудіо- та відеоінформації у мультимедійних системах: Навч. посібник / О.В. Дробик, В.В. Кідалов, В.В. Коваль, Б.Я. Костік, В.С. Лазебний, Г.М. Розорінов, Г.О. Сукач. – К.: Наукова думка, 2008. – 144 с.

5. Щелконогов О.О. Цифрова обробка сигналів: Методичні вказівки до лабораторних робіт / Під ред. проф. В.С. Блінцова. – Миколаїв: НУК, 2004. – 40с.

Допоміжні:

1. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов: практический поход. М.: Издательский дом "Вильяме", 2004. 992 с.

2. Лэй Э. Цифровая обработка сигналов для инженеров и технических специалистов: практическое руководство. – М.: ООО "Группа ИТД", 2007. – 336 с.

3. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2006. – 856 с.

4. Бабак В.П. Обробка сигналів: Підручник. / В.П. Бабак, В.С. Хандецький, Е. Шрюфер. – К.: Либідь, 1999. – 496 с.

5. Введение в цифровую обработку речевых сигналов : учеб. пособие / Х. М. Ахмад, В. Ф. Жирков ; Владим. гос. ун-т. - Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. - 192 с.

6. Грузман И.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Уч. Пособие / И.С. Грузман, В.С. Киричук, В.П. Косых, Г.И. Перетягин, А.А. Спектор. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. - 168.

7. Яне Б. Цифровая обработка изображений. – Москва: Техносфера, 2007. – 584с.

8. Столбов М.Б. Цифровая обработка речевых сигналов: Уч.-метод. пособие по лабораторному практикуму / М.Б. Столбов, А.-Р. М. Кассу. – СПб: НИУ ИТМО, 2016. – 71 с.

Інформаційні ресурси мережі Інтернет:

1. Глинченко, А. С. Цифровая обработка сигналов. [Электронный ресурс]: курс лекций. Режим доступу: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/50/u_lectures.pdf (дата звернення 22.05.2018). – Назва з екрана.

2. Євчук, О. В. Цифрова обробка сигналів : конспект лекцій – 2010. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://chitalnya.nung.edu.ua/cifrova-obrobka-signaliv.html-0 (дата звернення 22.05.2018). – Назва з екрана.

3. Євчук, О. В. Цифрова обробка сигналів : лабораторний практикум / О. В. Євчук, Л. О. Штаєр, О. І. Белей. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2017. - 40 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://chitalnya.nung.edu.ua/node/3999.

Старший викладач кафедри КТІБ _____ Ю.І. Касьянов