

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Код РПНД: T72376



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Слободян С.О.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Проектування електронних систем

ELECTRONIC SYSTEMS DESIGN

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни обов'язкова
обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання українська
українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни «Проектування електронних систем» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

спеціальності G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»
освітня програма «Електронні системи»

"24" березня 2025 року. – 24 с.

Розробник: _____ д.т.н., професор Володимир РЯБЕНЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування електронних систем» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «Електронні системи»

к.т.н., доцент Олексій ДЬЯКОНОВ _____

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування електронних систем» розглянуто на засіданні кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

Протокол № 12 від «16» квітня 2025 р.

Завідувач кафедри ПЕЕТ _____ д.т.н., проф. Володимир РЯБЕНЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування електронних систем» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 5 від «15» травня 2025 р.

Голова _____ к.т.н., доц. Дмитро ЖУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Проектування електронних систем» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу _____ к.т.н., доц. Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Проектування електронних систем» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «21» травня 2025 р.

Голова НМР НУК _____ к.т.н., доц. Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методів їх демонстрування	15
7. Форми поточного та підсумкового контролю	16
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	20
9. Курсовий проєкт.	21
10. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	23
11. Рекомендовані джерела інформації.....	23

ВСТУП

Анотація

Вивчення дисципліни «Проектування електронних систем» є необхідною умовою формування професійної компетентності, сприяє ефективнішому розвитку знань та вмінь ставити і розв'язувати задачі аналізу, оптимізації аналогових та цифрових електронних схем. Програма дисципліни має на меті навчання сучасним засобам електрозв'язку та охоплює різні аспекти технологій передачі та обробки інформації в електронних системах, методів прийому та генерації сигналів, аналогової і цифрової модуляції, поширенню радіохвиль, супутникового, стільникового та радіорелейного зв'язку, протоколів передачі даних, телефонії, комутації та сигналізації.

Курс вивчення електронних систем носить міждисциплінарний характер з використанням технічних засобів навчання, сучасних технологій оволодіння практичними навичками аналізу та проектування електронних систем різного призначення, є обов'язковою для вивчення дисципліною фахової підготовки студентів.

Ключові слова: модуляція; спектр; цифровий фільтр; кодування; системний аналіз; радіохвилі; цифрова обробка сигналів.

Abstract

Studying the discipline "Electronic systems design" is a prerequisite for the formation of professional competence, contributes to a more effective development of knowledge and skills to set and solve the problems of analysis, optimization of analogue and digital electronic circuits. The discipline of the course is aimed at teaching modern telecommunication facilities and covers various aspects of technologies of transmission and processing of information in electronic systems, methods of reception and generation of signals, analogue and digital modulation, propagation of radio waves, satellite, cellular and radio relay communication, data transmission protocols, telephony, switching and signalling.

The course of study of electronic systems is interdisciplinary in nature, using the technical means of education, modern technologies of mastering the practical skills of analysis and design of electronic systems for various purposes, is a must for the discipline of professional training of students.

Keywords: modulation; spectrum; digital filter; coding; system analysis; radio waves; digital signal processing.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 9	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	Обов'язкова
Модулів – 3		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 10		4-й	4-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету	Спеціальність – G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка» Освітня програма – Електронні системи	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: –		7-й, 8-й	7-й, 8-й
		Лекцій	
		60 год.	28 год.
Загальна кількість годин: 270		Практичні	
		15 год.	4 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4; самостійної роботи студента – 10;		Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Лабораторні
	30 год.		14 год.
	Самостійна робота		
	165 год.		224 год.
	Індивідуальні завдання: не передбачено		
		Вид контролю: 7-й сем. – залік; 8-й сем. – екзамен 8-сем. КП	
		Форма контролю: комбінована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Проектування електронних систем» є засвоєння фундаментальних принципів аналізу, обробки і перетворення сигналів в електронних системах та формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- ЗК1 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК7 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- СК6 – 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;
- СК8 – Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: «Основи теорії сигналів», «Аналогова схемотехніка», «Схемотехніка».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- ПРН1 –. Описувати принцип дії за допомогою наукових концепцій, теорій та методів та перевіряти результати при проектуванні та застосуванні приладів, пристроїв та систем електроніки.
- ПРН2 – Застосовувати знання і розуміння диференційного та інтегрального числення, алгебри, функціонального аналізу дійсних і комплексних змінних, векторів та матриць, векторного числення, диференціальних рівняння в звичайних та часткових похідних, ряду Фур'є, статистичного аналізу, теорії інформації, чисельних методів для вирішення теоретичних і прикладних задач електроніки.
- ПРН4– Оцінювати характеристики та параметри матеріалів електронної техніки, розуміти основи твердотільної електроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, перетворювальної та мікропроцесорної техніки.
- ПРН5 - Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та налагодження електронних систем, демонструвати навички програмування, аналізу та відображення результатів вимірювання та контролю.
- ПРН6 –Застосовувати експериментальні навички (знання експериментальних методів та порядку проведення експериментів) для перевірки гіпотез та дослідження явищ електроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, планувати, складати схеми; аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Системні принципи аналізу електронних систем.

Тема 1. Методологія системного підходу для аналізу і синтезу електронних систем.

Лекція 1. Вступ. Роль і місце дисципліни “Електронні системи” у підготовці сучасних спеціалістів з електроніки. Огляд програмних засобів для аналізу та синтезу електронних систем та їх порівняльна характеристика. [1] розд. 1; [2] розд. 1; [3] розд. 1.

Лекція 2. Понятійний апарат системного підходу. Поняття про об’єкти, елементи, властивості та зв’язки систем. Класифікація систем. Прості, складні і дуже складні та детерміновані і ймовірні системи, а також реальні, концептуальні та організаційні системи. [2] с. 50-67, с.76-89; [4] с. 79-94.

Лекція 3. Властивості систем. Декомпозиція систем. Властивості систем. Цілісність системи; подільність системи на частини (підсистеми); наявність структури системи; цілеспрямованість системи. Сутність системного підходу, змістова характеристика. Основні принципи системного підходу. Принцип диференціації системи на частини. [2] с. 132-138, с. 160-178; [4] с. 96-111.

Тема 2. Математичний апарат для аналізу електронних систем.

Лекція 4. Дискретизація, квантування та кодування сигналів. Принципи оцифровки аналогових сигналів. Кодування цифрових сигналів. Принципи побудови аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів, їх характеристики. Квантування з постійним та змінним кроком. [1] с. 129-137; [2] с. 91-111; [3] с.140-146.

Лекція 5. Спектри сигналів та їх властивості. Алгоритми дискретного та швидкого перетворень Фур’є. Умови Дирихле. Властивості перетворення Фур’є. Спектральні характеристики цифрових послідовностей. Математичний апарат вейвлетів. [1] с. 22-47, с. 89-92; [2] с. 212-240, с. 1029-1050; [5] с. 40-62.

Лекція 6. Кореляційні характеристики сигналів. Функції автокореляції та взаємної кореляції. Кореляційні характеристики цифрових послідовностей. Методологія опису цифрових потоків. Властивості функції кореляції. [1] с. 50-54; [2] с. 47-50; [3] с. 84-97.

Тема 3. Статистичний аналіз випадкових сигналів в електронних системах.

Лекція 7. Числові та ймовірнісні характеристики випадкових сигналів. Класифікація випадкових сигналів. Поняття функції розподілення вірогідності, густина вірогідності. Дисперсія, математичне очікування, середньоквадратичне відхилення випадкових сигналів. Гістограма випадкового сигналу. Поняття ергодичних випадкових процесів. Функція коваріації. Білий шум. [1] с. 60-80; [3] с. 48-58; [5] с. 166-181.

Змістовий модуль 2. Методи кодування для передачі даних в електронних системах.

Тема 4. Методи модуляції та демодуляції аналогових сигналів.

Лекція 8. Амплітудна модуляція. Різновиди амплітудної модуляції. Однотональна амплітудна модуляція (АМ). Енергетичні співвідношення в АМ-сигналі. АМ з подавленою несучою. Односмугова та полярна модуляція. [1] с. 426-444; [6] с. 103-114.

Лекція 9. Кутова модуляція. Фазова та частотна модуляція. Гармонічна кутова модуляція. Спектр сигналу з гармонічною кутовою модуляцією. Ширина спектру з кутовою модуляцією. Демодуляція. Міжсимвольна інтерференція. [1] с. 447-457; [6] с. 114-125.

Лекція 10. Квадратурна модуляція. Спектр сигналу з квадратурною модуляцією. Демодуляція сигналу з квадратурною модуляцією. [1] с. 458-461; [6] с. 125-135.

Тема 5. Цифрові коди та їх характеристики.

Лекція 11. Способи модуляції при передачі цифрової інформації. Частотна, амплітудна та фазова маніпуляції. Квадратурна маніпуляція. Поняття символьного сузір'я. Спектри сигналів. [1] с. 461-477; [2] с. 196-234, с. 251-261.

Лекція 12. Кодування інформації для передачі по каналу зв'язку. Класифікація кодів. Основні характеристики кодів. Смуга пропускання каналу зв'язку. Коди NRZ, NRZI, 2B1Q, AMI, PAM5, манчестерський та диференціальний манчестерський код. Критерії вибору коду для кодування інформації. [1] с. 284-288; [2] с. 301-311; [5] с. 245-251.

Тема 6. Способи опису електронних систем.

Лекція 13. Характеристики лінійних систем. Аналогові системи. Імпульсна характеристика. Перехідна характеристика. Умови фізичної реалізації системи. Комплексний коефіцієнт передачі. Коефіцієнт передачі за потужністю. Фазова та групова затримка. [1] с. 88-91, [2] с. 61-71; [4] с. 225-256.

Лекція 14. Способи опису лінійних систем. Диференційні рівняння. Функція передачі. Нулі та полюси. Простір станів. [1] с. 93-96; [2] с. 1067-1072.

Лекція 15. Дискретні системи. Сутність дискретної лінійної обробки. Z-перетворення. Властивості Z-перетворення. Зворотне Z-перетворення. Способи опису дискретних систем. Перетворення випадкового сигналу в дискретній системі. [1] с. 189-200; [2] с. 1073-1076; [5] с. 462-478.

Змістовий модуль 3. Аналогова та цифрова обробка сигналів.

Тема 7. Аналогові активні фільтри.

Лекція 16. Передатна функція лінійної системи зі зворотним зв'язком. Стійкість кіл зі зворотнім зв'язком. Автогенератори гармонічних коливань. Режими малого та великого сигналів. [3] с. 421-449.

Лекція 17. Класифікація та характеристики аналогових активних фільтрів. Призначення фільтрів. Поняття смуги пропускання. Фільтри Чебишева, Батерворта, Бесселя, Кауера. Переваги та недоліки кожного з видів фільтрів. [1] с. 97-123; [3] с. 433-439.

Лекція 18. Синтез активних фільтрів. Передаточна функція аналогового активного фільтра. Вибір коефіцієнтів фільтра. Синтез фільтрів верхніх частот. Синтез фільтрів високих порядків. Синтез смугових та режекторних фільтрів. [3] с. 267-283.

Лекція 19. Частотні характеристики двополюсників та чотирьохполюсників. Схемотехнічна реалізації фільтрів. Залежність характеристик фільтру від дрейфу параметрів компонентів. Нелінійні спотворення сигналів при їх фільтрації. [3] с. 391-414.

Тема 8. Цифрові фільтри.

Лекція 20. Класифікація та характеристики цифрових фільтрів. Порівняння цифрових та аналогових фільтрів. Рекурсивні та нерекурсивні дискретні фільтри. Фільтр ковзаючого середнього. Різницеве рівняння нерекурсивного фільтра. Імпульсна характеристика цифрових фільтрів. [1] с. 202-210; [2] с. 1075-1082; [3] с. 478-485.

Лекція 21. Рекурсивні цифрові фільтри. Порівняння цифрових фільтрів (ЦФ) різних типів. Структурні схеми рекурсивних ЦФ. Умови стійкої роботи ЦФ. Синтез рекурсивного ЦФ. Білінійне Z-перетворення. [1] с. 205-210; [2] с. 1083-1086; [3] с. 485-494.

Лекція 22. Спеціальні типи цифрових фільтрів. Адаптивний цифровий фільтр. Фільтри дециматори та інтерполятори. Смугові та режекторні цифрові фільтри. Особливості аналізу та синтезу цифрових регуляторів. Цифрова обробка зображень. [1] с. 230-247; [2] с. 504-521; [5] с. 96-144.

Лекція 23. Дискретні імпульсні послідовності. Дискретизація періодичних послідовностей. Програмна реалізація алгоритмів цифрової фільтрації. Оптимальна лінійна фільтрація сигналів відомої форми. [1] с. 462-494.

Змістовий модуль 4. Основи та засоби радіозв'язку. Телекомунікаційні мережі.

Тема 9. Аналіз каналу зв'язку.

Лекція 24. Характеристики каналу зв'язку. Поняття відкритого простору. Зниження достовірності передачі. Відношення сигнал/шум. Коефіцієнт шуму. Шумова температура системи. Прийнята ізотропна потужність. [2] с. 270-308.

Лекція 25. Передача та прийом сигналів. Супутникові ретранслятори. Нерегенеративні ретранслятори. Нелінійне підсилення ретрансляторів. Втрати в каналі зв'язку. Добротність приймача. Доступність каналу. [2] с. 316-323.

Лекція 26. Кодування сигналів та структуровані послідовності. Антиподні та ортогональні сигнали. Моделі каналів. Ступінь кодування та надлишковість. Коди з контролем парності. Автоматичний запит повторної передачі. [2] с. 331-350.

Тема 10. Використання систем зв'язку.

Лекція 27. Канали зв'язку з кодовим розділенням. Канали з багатопробіжним розповсюдженням сигналу. Стандартизація систем зв'язку розширеного спектра. Стільникові системи зв'язку. Системи, обмежені інтерференцією та просторовими факторами. Цифрові стільникові системи зв'язку CDMA. [2] с. 676-696; с. 724-727.

Лекція 28. Розповсюдження радіохвиль в системах стільникового зв'язку. Розширення сигналу в часі. Ключові характеристики каналу зв'язку. Нестационарна поведінка каналу внаслідок руху. Боротьба з погіршенням характеристик каналу та частотно-селективними спотвореннями. [2] с. 976-1016.

Лекція 29. Спотворення, що викликані швидким замиранням. Частотно-селективні спотворення. Методи рознесення спектру. Використання еквалайзера Вітербі в мережах стільникового зв'язку. [2] с. 995-1013.

Лекція 30. Методи доступу, що використовуються INTELSAT. MCPC-режими доступу до супутника INTELSAT. Мережі CDMA/CD. Мережі Token Ring. [2] с. 706-728.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна/заочна форма)				
	усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Системні принципи аналізу електронних систем.					
Тема 1. Методологія системного підходу для аналізу і синтезу електронних систем.	15/15	6/3	1/0,25	2/1	6/10,75
Тема 2. Математичний апарат для аналізу електронних систем.	17/17	6/3	2/0,25	2/1	7/12,75
Тема 3. Статистичний аналіз випадкових сигналів в електронних системах.	13/13	2/1	1/0,5	4/1	6/10,5
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	45/45	14/7	4/1	8/3	19/34
Змістовий модуль 2. Методи кодування для передачі даних в електронних системах.					
Тема 4. Методи модуляції та демодуляції аналогових сигналів.	15/15	6/3	1/0,25	2/1	6/10,75
Тема 5. Цифрові коди та їх характеристики.	13/13	4/1	1/0,25	2/2	6/9,75
Тема 6. Способи опису електронних систем.	17/17	6/3	2/0,5	3/2	6/11,5
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	45/45	16/7	4/1	7/5	18/32
<i>Усього годин</i>	90/90	30/14	8/2	15/8	37/66
Модуль 2					
Змістовий модуль 3. Аналогова та цифрова обробка сигналів.					
Тема 7. Аналогові активні фільтри.	20/20	8/3	2/0,5	4/1	6/15,5
Тема 8. Цифрові фільтри.	25/25	8/4	2/0,5	4/1	11/19,5
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	45/45	16/7	4/1	8/2	17/35
Змістовий модуль 4. Основи та засоби радіозв'язку. Телекомунікаційні мережі.					
Тема 9. Аналіз каналу зв'язку.	20/20	6/3	2/0,5	4/2	6/14,5
Тема 10. Використання систем зв'язку.	25/25	8/4	1/0,5	3/2	13/18,5
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	45/45	14/7	3/1	7/4	19/33
<i>Усього годин</i>	90/90	30/14	7/2	15/6	38/68
Модуль 3					
Курсовий проєкт	90				90
<i>Усього годин</i>	90				90
<i>Разом за курсом</i>	270/270	60/28	15/4	30/14	165/224

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна/заочна форма)
Змістовий модуль 1		
1	Аналіз складних електронних систем на прикладі телевізійного приймача, трифазного симетричного перетворювача електроенергії. Використання системного підходу при аналізі. [2] с. 50-67, с. 76-89, с. 132-138, с. 160-178; [5] с. 96-111, с. 79-94.	1/0,25
2	Розробка програмних засобів побудови спектру дискретних сигналів. Дослідження впливу форми та тривалості сигналу на вид спектру. [2] с. 1029-1050, с. 212-240; [4] с. 40-62.	2/0,25
3	Дослідження впливу явища розпливання спектру внаслідок дискретизації, методи покращення спектру з використанням віконних функцій. [1] с. 59-72; [2] с. 36-48.	1/0,5
Змістовий модуль 2		
4	Розробка програмних засобів для формування амплітудно модульованого сигналу. Дослідження спектру АМ-сигналу при різних різновидах амплітудної модуляції. [1] с. 426-444; [6] с. 103-114.	2/0,5
5	Дослідження спектрів сигналів з частотною та квадратурною модуляціями. Визначення девіації частоти. Дослідження впливу індексу модуляції на ширину спектра. [1] с. 447-457, с. 458-461; [6] с. 114-125.	2/0,5
Змістовий модуль 3		
6	Синтез аналогових фільтрів нижніх частот Чебишева, Бесселя, Батерворта. Дослідження впливу розкиду номіналів елементів на характеристики фільтрів. [1] с. 97-123; [2] с. 433-439.	1/0,25
7	Синтез аналогових фільтрів верхніх частот, смугового та реакторного фільтрів. [3] с. 267-283.	2/0,25
8	Приклад аналізу каналу зв'язку. Розрахунок ізотропної потужності. [3] с. 312-318.	1/0,5
Змістовий модуль 4		
9	Розрахунок шум-фактору супутникового приймача. Розрахунок потужності супутникового ретранслятора при різній кількості користувачів. [2] с. 316-323.	2/0,5

10	Розрахунок кількості інформації, що передається по каналу зв'язку. Визначення вірогідності вдалої передачі інформації. Визначення вірогідності виникнення конфліктів доступу до каналу зв'язку. [2] с. 676-696, с. 724-727.	1/0,5
Разом		15/4

Теми лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)
Змістовий модуль 1		
1	Розробка алгоритму та програмних засобів для побудови функцій автокореляції та взаємної кореляції. [5] с. 47-50; [7] с. 1-9.	4/2
2	Розробка генератора випадкової послідовності. Дослідження статистичних характеристик сигналу. Побудова гістограми. [5] с. 48-58; [7] с. 10-17.	4/1
Змістовий модуль 2		
3	Розробка модулятора для передачі цифрових даних. Побудова символної діаграми. Визначення перешкодостійкості обраного коду. [1] с. 461-477; [3] с. 196-234; [7] с. 18-25.	2/1
4	Розробка програмних засобів для кодування сигналів. Дослідження ширини спектру різних кодів. [1] с. 284-288, с. 301-311; [7] с. 26-34.	2/2
5	Використання Z-перетворення для опису дискретних систем. Визначення стійкості системи, розробка програмних засобів для побудови частотних характеристик. [2] с. 1073-1076; [7] с. 35-43.	3/2
Змістовий модуль 3		
6	Синтез цифрового фільтру ковзаючого середнього. Визначення імпульсної та перехідної характеристик фільтра. [1] с. 202-210; [2] с. 1075-1082; [7] с. 44-52.	4/1
7	Синтез цифрового фільтра нижніх частот методом рядів Фур'є, методом $\sin(x)/x$. Використання алгоритму Ремеза при реалізації фільтрів. [2] с. 1075-1082; [7] с. 53-60.	4/1
Змістовий модуль 4		
8	Використання білінійного Z-перетворення при синтезі цифрових фільтрів на основі аналогового прототипу. Дослідження стійкості фільтра. [1] с. 205-210; [2] с. 1083-1086; [7] с. 61-69.	2/2

9	Знаходження функції розподілення та визначення на її основі статистичних даних сигналу, затримок передачі сигналу. Розрахунок ширини смуги когерентності. [2] с. 676-696, с. 724-727; [7] с. 69-79.	2/1
10	Дослідження цифрових рекурсивних фільтрів високих порядків. Вплив ефекту квантування коефіцієнтів фільтра на його АЧХ та ФЧХ, а також на стійкість фільтра. [2] с. 1083-1086; [3] с. 485-494; [7] с. 80-88.	3/1
Разом		30/14

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – **0,5 год. / 1 лекцію;**
- підготовка до практичних занять – **1,5 год. / 1 заняття;**
- підготовка до лабораторних робіт **2 год. / 1 роботу;**
- підготовка до тестування – **12 год. / 1 тест;**
- підготовка до заліку – **15 год.;**
- підготовка до екзамену – **15 год.**

Завдання для самостійної роботи денної/заочної форми навчання

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин
Змістовий модуль 1		
1	Підготовка до лекційних занять	4/10
2	Підготовка до практичних занять	5/8
3	Підготовка до лабораторних робіт	4/7
4	Підготовка до тестування	6/9
Змістовий модуль 2		
5	Підготовка до лекційних занять	3/8
6	Підготовка до практичних занять	5/7
7	Підготовка до лабораторних робіт	2/7
8	Підготовка до заліку	8/10
Змістовий модуль 3		
9	Підготовка до лекційних занять	4/8
10	Підготовка до практичних занять	5/9
11	Підготовка до лабораторних робіт	4/9
12	Підготовка до тестування	4/9
Змістовий модуль 4		
13	Підготовка до лекційних занять	4/7
14	Підготовка до практичних занять	4/8
15	Підготовка до лабораторних робіт	3/8
16	Підготовка до екзамену	8/10
Разом		75/134

Індивідуальне науково дослідне завдання

Не передбачено.

Варіанти тем курсових проєктів.

1. Проєктування системи керування електроприводом постійного струму з стабілізацією напруги при зміні величини навантаження і коливаннях напруги живлення.
2. Проєктування системи розподілу електроенергії в електростанції змінного струму промислової частоти з декількома паралельно працюючими генераторами.

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

6.1. Методи навчання:

- лекції: пояснення, ілюстративний показ роботи елементів схем з моделюванням їх режимів роботи за допомогою відповідних програмних засобів, побудова структурно – логічних зав'язків;
- практичні заняття: виконання вправ, розрахунок електронних схем, проведення контрольних робіт;
- лабораторні роботи: контроль за складанням електронних схем, демонстрація роботи схем на їх моделях, пошук помилок в схемах, пошук причин не відповідності вихідних параметрів заданим;
- самостійна робота: робота з літературою, пошук різних варіантів розв'язання поставленої задачі, підготовка рефератів;
- інструктаж : ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки, показ операцій та організацію робочого місця.

6.2. Засоби діагностики:

- екзамени;
- захист звітів по практичним та лабораторним роботам. У звітах повинні бути представлені схеми, що розроблялись і використовувались в процесі виконання роботи. Схеми можуть бути підготовлені як в програмному продукті Мультисім, так і в інших програмних продуктах, призначених для моделювання електронних пристроїв (Мікрокап, Оркад, Матлаб). Повинні бути представлені часові діаграми роботи пристроїв та інші характеристики, що демонструють результати виконаної роботи.
- захист результатів виконаних завдань та досліджень.
- студентські презентації та виступи на наукових заходах.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного контролю у вигляді тестових завдань різної складності, перевірки результатів роботи на практичних заняттях, виконання лабораторних робіт та підсумкового контролю у формі заліку (7-й семестр) та екзамену (8-й семестр). Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – 40 балів.

Поточний контроль проводиться на кожному практичному занятті, лабораторній роботі та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми шляхом тестування (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих практичних навичок під час виконання завдань практичних та лабораторних робіт.

Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний модульний контроль у формі тестування – до 20 балів, результатів роботи на практичних заняттях – до 20 балів, результатів виконання лабораторних робіт – до 20 балів, та екзамену (заліку) – до 40 балів.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Умовою допуску студента до КЗ є мінімальна сума балів (50 балів), яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок написання реферату на одну із зазначених вище тем.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється в письмовій формі у вигляді тестування. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, пише підсумкову семестрову екзаменаційну роботу (проводиться у письмовій формі у вигляді тестів), до якої він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 50 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову екзаменаційну роботу становить 40 балів. Результуюча оцінка виставляються відповідно до шкали оцінювання ECTS.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторні роботи	Критерії оцінювання
4	Студент самостійно виконав роботу у встановлений термін. Правильно виконані креслення, схеми, графіки, супутні вирішення завдань, правильно записані дослідницькі формули, визначені формули для конкретного випадку. Щодо якісних та теоретичних питань дається повна, дослідницька відповідь з використанням технічної термінології в окремій логічній послідовності. Студентом продемонстровано вірне розуміння фізичної сутності явищ, що розглядаються. В текстах програми немає синтаксичних помилок (можливі одна-дві різні неточності, описки, які не є наслідком незнання навчального матеріалу).

3	Робота виконана повністю або не менше ніж на 80% від обсягу завдання, але в ній є недоліки і несуттєві помилки: правильно записані вихідні формули, але не записана формула для кінцевого розрахунку; відповідь наведено в інших одиницях виміру. Відповіді на якісні і теоретичні питання задовольняє перерахованим вище вимогам, але містить неточності у поясненні взаємозв'язків, висновках і вирішенні завдань. Студент відчуває труднощі в застосуванні знань в новій ситуації, не в достатній мірі використовує зв'язок з раніше вивченим матеріалом.
2	Роботу виконано в основному вірно (обсяг виконаної частини становить не менше 2/3 від загального обсягу), але допущені суттєві неточності; пропущені проміжні розрахунки. Студент виявляє розуміння навчального матеріалу при недостатній повноті засвоєння понять і закономірностей, вміє застосовувати отримані знання при вирішенні простих завдань з використанням готових формул, але не може застосовувати знання при вирішенні складних кількісних завдань, що вимагають перетворення формул. Допущені більше двох-трьох недоліків в викладках або програмі, але студент володіє обов'язковими вміннями по темі.
1	Роботу в основному не виконано (обсяг виконаної частини менше 2/3 від загального обсягу завдання). Студент показує незнання основних понять, нерозуміння вивчених закономірностей і взаємозв'язків, не вміє вирішувати кількісні та якісні завдання. Допущені істотні помилки, які показали, що студент не володіє обов'язковими знаннями з даної теми в повній мірі.
0	Роботу повністю не виконано або допущені суттєві помилки та робота показала повну відсутність у студента обов'язкових знань та вмінь за темами, що перевіряються.
<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів (5 робіт по 4 бали).</i>	

Практичні роботи	Критерії оцінювання
4	Студент вільно володіє теоретичним матеріалом, розуміє алгоритми цифрової обробки сигналів, коректно використовує математичний апарат для аналізу електронних систем, вільно користується прикладним програмним забезпеченням, здатний працювати самостійно. На якісні і теоретичні питання дано повну, вичерпну відповідь літературною мовою з дотриманням технічної термінології в певній логічній послідовності, студент наводить нові приклади, встановлює зв'язок між досліджуваним і раніше вивченим матеріалом з курсу «Електронні системи», а також з матеріалом, засвоєним при вивченні інших дисциплін, вміє застосовувати знання в новій ситуації.

3	Студент обізнаний у теоретичному матеріалі, знає основні методи аналізу електронних систем та цифрової обробки сигналів, вміє користуватися прикладним програмним забезпеченням у межах робочої навчальної програми. Відповідь на якісні і теоретичні питання містить неточності у викладі фактів, визначень, понять, поясненні взаємозв'язків, висновках і вирішенні завдань. Студент відчуває труднощі в застосуванні знань в новій ситуації, не в достатній мірі використовує зв'язки з раніше вивченим матеріалом і з матеріалом, засвоєним при вивченні інших дисциплін.
2	Студент орієнтується у теоретичному матеріалі, вміє користуватися основними прикладними програмними пакетами, виявляє розуміння навчального матеріалу при недостатній повноті засвоєння понять і закономірностей. Вміє застосовувати отримані знання при вирішенні простих завдань з використанням готових формул, але не може вирішити якісні завдання і складні кількісні завдання, що вимагають перетворення формул.
1	Роботу в основному не виконано (обсяг виконаної частини менше 2/3 від загального обсягу завдання). Студент показує незнання основних понять, нерозуміння вивчених закономірностей і взаємозв'язків, не вміє вирішувати кількісні та якісні завдання.
0	Студент виявив повне незнання і нерозуміння навчального матеріалу, незнання основних понять, нерозуміння вивчених закономірностей і взаємозв'язків, не вміє вирішувати кількісні та якісні завдання або не зміг відповісти на жодне з поставлених питань зданої теми.
<i>Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 20 балів (5 робіт по 4 бали).</i>	

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2

Форма контролю	Максимальна кількість балів
	Денна форма
Виконання завдань на практичних заняттях	5x4 бали = 20 балів
Виконання лабораторних робіт	5x4 бали = 20 балів
Поточний модульний контроль	1x20 балів = 20 балів
Всього	60

Критерії оцінювання знань з дисципліни у формі заліку (7-й семестр) та екзамену (8-й семестр).

Залік (7-й семестр) або екзамен (8-й семестр) проводиться в письмовій формі та складається з трьох завдань – двох теоретичних запитань та тесту. Максимальна оцінка студента за даний компонент програми 40 балів

Виконання першого завдання потребує повної аналітичної і змістовної відповіді (оцінюється від 0 до 12 балів).

11-12 балів отримують студенти, які повно та ґрунтовно розкрили теоретичне питання, використавши при цьому не лише обов'язкову, а й додаткову літературу, в повному обсязі володіють навчальним матеріалом, вільно, самостійно й аргументовано його викладають під час письмової відповіді.

9-10 балів отримують студенти, які достатньо повно володіють навчальним матеріалом, в цілому розкрили теоретичне питання, однак не повно, і допустили деякі несуттєві неточності та незначні помилки, не вистачає достатньої глибини та аргументації. При цьому не було використано на достатньому рівні обов'язкову літературу.

7-8 балів отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання, але розкрили його не повністю, без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допустивши деякі незначні помилки.

5-6 балів отримують студенти, які в цілому володіють навчальним матеріалом, правильно визначили сутність питання але без використання необхідної літератури, розкривши його частково і допустивши при цьому окремі суттєві неточності і помилки, котрі частково впливають на загальне розуміння питання.

3-4 бали отримують студенти, які не в повному обсязі володіють матеріалом, загалом правильно визначили сутність питання, однак недостатньо або поверхнево розкривши більшість його окремих положень і допустивши при цьому окремі помилки, які частково вплинули на загальне розуміння проблеми.

0-2 бали отримують студенти, які частково володіють навчальним матеріалом, фрагментарно та поверхнево розкрили лише окремі положення питання і допустили при цьому певні суттєві помилки, котрі значно вплинули на загальне розуміння питання.

Друге питання потребує короткої відповіді, котра розкриває сутність того чи іншого поняття або теоретичного положення (оцінюється від 0 до 12 балів).

10-12 балів отримують студенти, які повністю розкрили сутність поняття, дали його чітке визначення або проаналізували і зробили висновок з конкретного теоретичного положення.

6-8 балів отримують студенти, які правильно, але не повністю дали визначення поняття, або поверхнево проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

3-5 балів отримують студенти, які правильно, але лише частково визначили те чи інше поняття, або частково проаналізували і зробили висновок з теоретичного положення.

0-2 бали отримують студенти, які частково і поверхнево визначили те чи інше поняття або сформулювали висновок з теоретичного положення, допустивши неточності та помилки.

Третє завдання семестрового заліку (7 семестр) або підсумкового екзамену (8 семестр) представляє собою тест, що містить 16 запитань і оцінюється від 0 до 16 балів. Кожна вірна відповідь на запитання тесту оцінюється в 1 бал.

8. Критерії оцінювання результатів навчання.

7-й семестр

		Денне відділення	
		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	T1	Практична робота №1	4
	T2	Практична робота №2	4
		Лабораторна робота №1	4
	T3	Практична робота №3	4
		Лабораторна робота №2	4
ПМК		Тест	20
ЗМ 2	T4	Лабораторна робота №3	4
	T5	Практична робота №4	4
		Лабораторна робота №4	4
	T6	Практична робота №5	4
		Лабораторна робота №5	4
Підсумковий контроль		Залік	40
Сума			100

8-й семестр

ЗМ 3	Т7	Практичні роботи №6, №7	8
		Лабораторна робота №6	4
	Т8	Практична робота №8	4
		Лабораторна робота №7	4
ПМК		Тест	20
ЗМ4	Т9	Практична робота №9	4
		Лабораторні роботи №8, №9	8
	Т10	Практична робота №10	4
		Лабораторна робота №10	4
Підсумковий контроль		Екзамен	40
Сума			100

9. Курсовий проєкт.

9.1. Вимоги до курсового проєкту.

Теми курсових проєктів (КП) задаються викладачем, або по узгодженню з кафедрою вибираються студентами в тому числі по завданню підприємств.

Курсовий проєкт – це інженерна розробка студента і вона повинна бути виконана у відповідності до стандартів. Тому курсові проєкти захищаються студентами перед комісією, до складу якої входять три викладачі, або два викладачі і представник організації -замовника.

Теми можуть бути:

- розрахунково – графічними;
- науково – дослідними;
- звітними.

Етапи курсового проєкту, які оцінюються при підготовці і захисті.

1. Вступна частина – обґрунтування теми, актуальність і задачі дослідження або розробки;

2. Теоретичний аналіз на основі літературних джерел. В процесі виконання аналізу студент повинен продемонструвати уміння використовувати знання, набуті в попередньому семестрі.

3. Розрахункова частина розробки, обґрунтування схемотехніки – функціональних і принципів схем;

4. Підготовка програмного забезпечення;

5. Моделювання виконаної розробки, або виготовлення зразку, його елементів та проведення експериментальних (модельних) досліджень;

6. Висновки з обґрунтуванням нового, що зроблено автором.

7. Захист курсового проєкту.

9.2. Атестація курсового проєкту.

Курсовий проєкт захищається комісією, створеною кафедрою, при участі студентів групи. Оцінюється міра самостійності роботи студента по кожному з пунктів 2.1.- 2.7, а також глибина проробки матеріалу.

Етапи КП	1-2	3	4	5	6-7
Бали	10	20	10	20	40

Етапи 1,2,3,6,7 – виносяться на захист комісії.

Критерії оцінювання п.4 етапу КП. (розробка прикладних програм)

В кожному курсовому проєкті передбачається підготовка керуючих програм. Програма може бути підготовлена і продемонстрована у відповідному програмному середовищі і оцінюється не залежно від мови програмування і компілятора. Якщо програма підготовлена, відлагоджена і продемонстрована в роботі, вона оцінюється в 10 балів. Якщо програма не працює – бали не нараховуються.

Критерії оцінювання п.5 етапу КП. (моделювання або виготовлення)

У курсовому проєкті з метою заохочення студентів до практичної роботи передбачено після розробки і розрахунків елементів схеми пристрою його моделювання, або навіть, виготовлення. Моделювання схеми пристрою може

виконуватись в одному з програмних продуктів, що вивчаються на кафедрі – Multisim, Proteus, MatLab. Якщо модель схеми пристрою розроблена і продемонстрована в роботі на предмет виконання умов виконання проєкту, студенту виставляється 10 балів. Якщо студент проводить допоміжні дослідження, які виходять за рамки проєкту, то він може отримати допоміжні бали в залежності від складності і глибини дослідження. Рішенням атестаційної комісії результати його досліджень можуть бути рекомендовані для доповіді на науковій конференції і студенту може бути добавлено до 10 балів.

Якщо модель не працює – бали по п. 5 не нараховуються.

У випадку, коли студент виготовляє пристрій, демонструє його роботу, підтверджуючи задачі курсового, йому нараховується 20 балів.

Якщо пристрій не працює, або його результати не відповідають завданню – бали не нараховуються. Виготовлення пристрою може бути виконане на основі широко відомих електронних конструкторів – Raspberry, Arduino, Analog Devises та ін.

Критерії оцінювання п.1,2,3,6,7. етапу КП. (Захист проєкту перед комісією)

Бали (встановлюються комісією)	Критерії
60-70	Отримують студенти, які повно та ґрунтовно розкрили завдання проєкту, використавши при цьому критичний аналіз прототипів з посиланням на літературу, виконали порівняльний аналіз шляхів розв'язання поставленої задачі, обґрунтували вибраний шлях і метод розв'язання, зробили обґрунтовані висновки. Відповіли вичерпно на всі питання, що були поставлені членами комісії та зацікавленими особами.
45-59	Отримують студенти, які повністю сформулювали завдання проєкту з використанням критичного аналізу прототипів і аналогів, виконали аналіз шляхів розв'язання поставленої задачі, обґрунтували вибраний метод і шлях розв'язання поставленої задачі, зробили відповідні висновки. Але на допоміжні питання відповідали не чітко, не аргументовано, допускали не значні помилки.
31-45	Отримують студенти, які в цілому добре орієнтуються в матеріалі проєкту, але не змогли продемонструвати глибину володіння матеріалом, правильно визначили сутність питання, але розкрили його не повністю, без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допустивши деякі незначні помилки. На поставлені питання відповідали не чітко, поверхнево, демонструючи відсутність глибини розуміння предметної області.
21-30	Отримують студенти, які в цілому розуміють мету і задачі проєкту, правильно визначили сутність роботи але не орієнтуються в аналогах заявленої розробки, розкривши тему лише частково і допустивши при цьому окремі суттєві неточності і помилки, котрі впливають на загальну характеристику роботи. .
10-20	Отримують студенти, які не в повному обсязі володіють матеріалом, загалом правильно визначили сутність питання, однак недостатньо або поверхнево розкривши більшість його окремих положень і допустивши при цьому окремі помилки, які частково вплинули на загальне розуміння проблеми

0-9	Отримують студенти, які слабо володіють матеріалом проєкту, фрагментарно та поверхнево розкрили лише окремі питання і допустили при цьому певні суттєві помилки, Не змогли обґрунтувати висновки, не змогли відповісти на поставлені запитання.
------------	---

10. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

На лекційних заняттях використовуються технічні засоби, а саме: комп'ютер, мультимедійний проектор або інтерактивна дошка. Якщо є можливість інтерактивної дошки або проектора, то наочні пояснення можна організувати таким чином: теоретичні відомості будуть наочно супроводжуватися демонстрацією на інтерактивній дошці (за наявності), або мультимедійному проекторі. Це дає можливість студенту не тільки почути, а й побачити, що сприяє більш ефективному засвоєнню нового матеріалу. Такі лекції є найдоступнішою і найцікавішою формою викладання нового матеріалу з навчальної дисципліни «Проектування електронних системи».

На практичних заняттях студенти використовують комп'ютери разом зі спеціалізованими лабораторними стендами, та отримують навички ефективного використання сучасних комп'ютерних технологій у своїй діяльності, що має забезпечити формування у студентів практичних навичок з проектування електронних систем та розробки програмного забезпечення для цифрової обробки сигналів в сучасних електронних системах. Також комп'ютери використовуються для проведення поточного модульного контролю у формі тестування.

В якості середовища спектрального аналізу сигналів використовується програма SpectraPLUS, що не потребує ліцензування та може бути завантажена з офіційного сайту компанії Pioneer Hill Software за посиланням: <https://www.spectraplus.com/>

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються конспект лекцій з дисципліни «Проектування електронних системи» та методичні вказівки до виконання практичних робіт.

11. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Рябенський В.М. Програмна реалізація алгоритмів цифрової обробки сигналів / В.М. Рябенський, А.О. Ушкаренко. – Миколаїв, : НУК, 2016. – 244 с.
2. Цифрова обробка аудіо та відео інформації у мультимедійних системах х: Навчальний 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.: іл.
3. Ушкаренко О.О. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт по курсу «Електронні системи» / О. О. Ушкаренко. – Миколаїв : НУК, 2011. – 88 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

4. Програмне забезпечення для спектрального аналізу сигналів Spectra PLUS: <https://www.spectraplus.com/>

5. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/256403519_Cifrova_obrabotka_signalov_uchebnoe_posobie_Digital_Signal_Processing_Tutorial

6. Основи цифрової обробки сигналів. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2

Розробник:

Зав. кафедри ПЕЕТ



д.т.н., проф. Рябенський В.М..