

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ



Декан факультету інформаційних технологій

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Підпис

09

2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації

Назва дисципліни

Галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність – G 5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка

Рівень вищої освіти – Другий (магістерський)

Освітньо-професійна програма – Електронні системи та мережі комунікацій

Обсяг дисципліни – 5 кредитів ЄКТС, Шифр дисципліни – ОФП.02

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (фахової підготовки)

Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Форма навчання	Курс	Семестр	Загальне навантаження		Кількість годин						Курсовий проект	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
ДФН	1	1	5,0	150	50	16	34	-	-	100	-	-	-	+
Разом ДФН			5,0	150	50	16	34	-	-	100	-	-	-	+

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Електронні системи та мережі комунікацій» за спеціальністю G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»

Робоча програма складена

Підпис автора(ів)

д-р. техн. н., професор Юлій БОЙКО

Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора(ів)

Схвалена на засіданні кафедри

Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Протокол від 27.08 2026 № 1.

Зав. кафедри

Сергій ПІДЧЕНКО

Підпис

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова вченої ради факультету

Підпис

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2026

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

(Підписи завідувача кафедри та гаранта ОП, за якою закріплений
обов'язковий освітній компонент)

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ініціали, прізвище
Завідувач кафедри, д-р. техн. н., проф.	Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій		Сергій ПІДЧЕНКО
Гарант освітньо-професійної програми, д-р. техн. н., проф.	Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій		Юлій БОЙКО

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації» є однією із дисциплін фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) форми здобуття вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електронні системи та мережі комунікацій» в межах спеціальності G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка».

Пререквізити – вихідна.

Постреквізити – Апаратно-програмне забезпечення інформаційно-комунікаційних систем та мереж (ОФП.06), Переддипломна практика (ОФП.07), Кваліфікаційна робота (ОФП.08).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

компетентностей: здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у електроніці, електронних комунікаціях, приладобудуванні та радіотехніці (ІК); знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК 03); здатність розробляти проекти та управляти ними (ЗК 09); здатність до реалізації принципів системного підходу під час дослідження та оптимізації процесів, що відбуваються в електронних комунікаціях, інформаційно-комунікаційних мережах, радіотехнічних системах, комплексах і пристроях, з урахуванням їх функціональних властивостей, надійності, енергоефективності та безпеки (ФК 02); здатність розробляти, вдосконалювати та ефективно використовувати сучасне програмне, апаратне та програмно-апаратне забезпечення для інформаційно-комунікаційних мереж, електронних комунікацій, радіотехнічних систем, технологій, приладів і їх компонентів (ФК 05); здатність здійснювати дослідження, розробку і застосування програмно-апаратних засобів інфокомунікацій з елементами штучного інтелекту (ФК 10).

програмних результатів навчання: розробляти і реалізовувати сучасні та перспективні інформаційно-комунікаційні мережі, електронні комунікації, радіотехнічні системи, технології, прилади і їх компоненти (ПРН 03); виявляти актуальні науково-прикладні задачі, здійснювати їх теоретичний аналіз, пропонувати та обґрунтовувати підходи та методи їх вирішення, здійснювати техніко-економічне обґрунтування та формулювати конкретні цілі дослідження (ПРН 05); локалізувати та оцінювати стан проблемних ситуацій на етапах дослідження, проектування, модернізації, впровадження та експлуатації сучасних і перспективних інформаційно-комунікаційних мереж, електронних комунікацій, радіотехнічних систем, технологій, приладів і їх компонентів, формулювати пропозиції щодо вирішення з усуненням виявлених недоліків (ПРН 07); розробляти і реалізовувати інженерні проекти, враховуючі цілі, обмеження, соціальні, економічні, правові та екологічні аспекти (ПРН 11); спілкуватися іноземною мовою, усно та письмово, на рівні, достатньому для презентації та обговорення результатів професійної діяльності, досліджень і проектів у сферах інформаційно-комунікаційних мереж, електронних комунікацій, радіотехнічних систем, технологій, приладів і їх компонентів, а також для чіткого та недвозначного донесення своїх думок і аргументації (ПРН 15); здійснювати дослідження, розробку та застосування програмно-апаратних засобів інфокомунікацій з елементами штучного інтелекту, розуміти принципи організації інформаційно-комунікаційних мереж, електронних комунікацій та радіотехнічних систем (ПРН 17).

Мета дисципліни. Надання студентам знань, навиків та умінь, щодо аналізу і синтезу програмно-конфігурованих радіосистем електронних комунікацій, принципів побудови, логічної та фізичної структури програмно-конфігурованих радіосистем, архітектури та технічних засобів радіосистем когнітивного, адаптивного та інтелектуального радіо, основних систем модуляції та сигнально-кодових конструкцій; перспектив розвитку систем та мереж програмно-конфігурованих радіосистем електронних комунікацій.

Предмет дисципліни. Поняття та загальні принципи побудови логічної та фізичної структури програмно-конфігурованих радіосистем електронних комунікацій.

Завдання дисципліни. Формування загальних та спеціальних компетентностей щодо аналізу структуру побудови та технічних характеристики програмно-конфігурованих радіосистем електронних комунікацій; оцінювання та оптимізація пропускну здатності систем програмно-конфігурованого радіо; розгортання мереж на основі програмно-конфігурованих радіосистем електронних комунікацій; розрахунок необхідного частотного ресурсу, завадостійкості систем програмно-конфігурованого радіо; оцінювання ефективності та оптимального проектування телекомунікаційних мереж на основі сучасних протоколів передачі інформації; формування, схемотехніка та комплектація програмно-конфігурованих радіосистем передачі інформації провідних фірм світу.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: розуміти загальні принципи організації програмно-конфігурованих радіосистем, принципи функціонування передавального та приймального обладнання програмно-конфігурованих радіосистем, технології цифрової обробки сигналів у системах програмно-конфігурованого радіо, схемотехніку радіочастотних модулів програмно-конфігурованого радіо, концепцію програмної реалізації програмно-конфігурованих радіосистем, концептуальні засади щодо формування сигнально-кодових конструкцій та завадостійкого приймання у електронних комунікаціях, володіти питаннями оптимізації та програмного забезпечення систем програмно-конфігурованого радіо.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва теми	Кількість годин, відведених на:			
	Денна форма навчання			
	Лекції	Лабор. роботи	Практ.	СРС
Тема 1. Архітектура програмно-конфігурованих система передавання, приймання та обробки інформації.	2	4	-	13
Тема 2. Основні компоненти програмно-конфігурованого радіо.	2	4	-	13
Тема 3. Цифрові перетворення та обробка модульованих сигналів в програмно-конфігурованих системах передавання, приймання та обробки інформації.	2	6	-	13
Тема 4. Схемотехніка радіочастотних модулів програмно-конфігурованих радіосистем.	2	4	-	12
Тема 5. Широкосмугові елементи програмно-конфігурованих радіосистем.	2	4	-	12
Тема 6. Шумові параметри приймача з нульовою проміжною частотою	2	4	-	12
Тема 7. Завадостійкість систем програмно-конфігурованого радіо	2	4	-	12
Тема 8. Оптимізація та автоматичне регулювання у програмно-конфігурованих системи передавання, приймання та обробки інформації	2	4	-	13
Разом за семестр	16	34	-	100

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Тема 1. Архітектура програмно-конфігурованих система передавання, приймання та обробки інформації..</i>	2
1	Архітектура програмно-конфігурованих система передавання, приймання та обробки інформації. Радіостанції програмно-конфігурованого радіо. Приймач програмно-конфігурованого радіо. Передавач програмно-конфігурованого радіо. Синтезатори частоти. Антено-фідерні пристрої. Програмна підтримка обладнання радіоканалу програмно-конфігурованого радіо. Програмно-конфігуровані мережі (SDN) та віртуалізація мережевих функцій (NFV). Розділення площини даних і площини керування. Логічно централізований контролер SDN, південний інтерфейс (протокол OpenFlow) та північний інтерфейс до застосунків. Потоківі таблиці комутатора, зіставлення заголовків і дії над потоком. Віртуалізація мережевих функцій: віртуальні мережеві функції (VNF), інфраструктура NFVI, оркестрація та керування (MANO). Ланцюжки сервісних функцій (service function chaining). Місце SDN і NFV в архітектурі 5G: віртуалізовані функції ядра, нарізання мережі (network slicing), відкрита мережа радіодоступу та контролер RAN. Порівняння централізованої та розподіленої моделей керування; контролери SDN (OpenDaylight, ONOS, Ryu); поєднання програмно-конфігурованого радіо і програмно-конфігурованої мережі в єдиному ланцюзі оброблення сигналу. Літ.: [1] с. 13.....127; [2] с. 11.....38; [12]; [13].	2
	<i>Тема 2. Основні компоненти програмно-обумовленого радіо.</i>	2
2	Фільтруючі пристрої та підсилювачі. Поліфазна і комплексна фільтрація. Активні фільтри. Змішувачі. Квадратурні модулятори та демодулятори. Літ.: [1] с. 129.....164; [3] с. 151.....224.	2
	<i>Тема 3. Цифрові перетворення та обробка модульованих сигналів в програмно-конфігурованих системах передавання, приймання та обробки інформації..</i>	2
3	Аналого-цифрові перетворення в тракті програмно-конфігурованого радіо. Цифро-аналогові перетворення в тракті програмно-конфігурованого радіо. Базова архітектуру мікросхем АЦП, ЦАП. Літ.: [1] с. 173.....202; [4] с. 143.....189.	2
	<i>Тема 4. Схемотехніка радіочастотних модулів програмно-конфігурованих радіосистем.</i>	2

4	Схемотехніка вхідних каскадів підсилення та селекції програмно-конфігурованого радіо. Принципи та реалізація вузько- та широкосмугових синтезаторів. Лінеаризовані підсилювачі потужності. Концепція передавача програмно-конфігурованого радіо з передспотворенням. Картезіанська петля зворотного зв'язку (CF) у лінеаризації передавача SDR. Функціональна схема лінеаризованого передавача: квадратурний модулятор, підсилювач потужності, спрямований відгалужувач, квадратурний демодулятор, детектори помилки, фільтр нижніх частот, схема фазової компенсації. Основні рівняння замкненого контуру для квадратурних складових комплексної обвідної, вплив коефіцієнта підсилення розімкненого контуру на похибку. Поєднання петлі CF з цифровим передспотворенням (DPD): моделі MP, DDR2, GMP і таблиці відповідності (LUT). Показники якості модуляції: величина вектора помилки (EVM), коефіцієнт похибки модуляції (MER), рівень позасмугових випромінювань (ACPR). Літ.: [1] с. 204.....249; [2] с. 67.....258; [8] с. 28–33.	2
	<i>Тема 5. Широкосмугові елементи програмно-конфігурованих радіосистем.</i>	2
5	Широкосмугові антенні пристрої. Дуплексори. Частотно-незалежні антенні системи. Широкосмугові підсилювачі. Широкосмугові трансформатори. Літ.: [1] с. 115.....120; [2] с. 67.....160.	2
	<i>Тема 6. Шумові параметри приймача з нульовою проміжною частотою.</i>	2
6	Коефіцієнти шуму в радіо- та baseband- діапазонах. Основні параметри приймачів програмно-конфігурованого радіо. Джерела постійної складової. Подавлення постійної складової та флікер-шумів. Літ.: [2] с. 41.....63; [1] – 115.....120.	2
	<i>Тема 7. Завадостійкість систем програмно-конфігурованого радіо.</i>	2
7	Модель радіоканалу. Достовірність приймання. Моделювання приймача з нульовою проміжною частотою. Сигнально-кодові конструкції мереж 5G та вплив нестабільності EVM. Конструкції на основі квазіциклічних кодів з низькою щільністю перевірок парності (QC-LDPC) зі швидкостями коду 0,5 і 0,75 та полярних кодів у поєднанні з модуляцією 256-QAM. Процедури вкорочення і виколування за вимогами 5G NR. Декодування за нормалізованим алгоритмом мінімальної суми (NMS) як модифікацією поширення переконань (BP). Вплив залишкової нестабільності EVM на криву достовірності приймання: зміщення кривих BER та енергетичні втрати бюджету лінії. Літ.: [1] с. 252.....271; [4] с. 167.....179; [8] с. 36–39; [9] с. 226–236; [10] р. 509–523.	2
	<i>Тема 8. Оптимізація та автоматичне регулювання у програмно-конфігурованих системах передавання, приймання та обробки інформації.</i>	2
8	Автоматичне регулювання підсилення. Корекція асиметрії каналів приймання. Оптиміальні некогерентні частотний і фазовий детектори. Особливості тактової синхронізації. Адаптивне керування параметрами лінеаризації. Схема автоматичного керування SDR-передавачем з петлею CF і блоком зворотного зв'язку, що коригує параметри DPD за сигналом похибки. Ітеративне уточнення параметрів до досягнення мінімуму спотворень. Вплив коефіцієнта підсилення сигналу похибки та коефіцієнта передачі відгалужувача на спектр вихідного сигналу. На самостійне опрацювання: інтелектуалізація процедур керування: застосування методів машинного навчання для адаптивного налаштування параметрів CF і DPD у реальному часі залежно від стану каналу; реалізація на програмованих логічних інтегральних схемах (FPGA) та спеціалізованих інтегральних схемах (ASIC) для зменшення затримки. Літ.: [1] с. 289 303; [2] с. 313.....344; [8] с. 31, 39–40; [11] р. 15–24.	2
Разом за семестр		16

Зміни до змісту освітнього компонента внесено за пропозиціями роботодавців та здобувачів вищої освіти, наданими під час круглих столів і обговорення освітньо-професійної програми (лютий – березень 2025 р.). Рішення про їх врахування та відображення в новій редакції освітньо-професійної програми 2026 року ухвалено на засіданні кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій, протокол від «17» березня 2025 р. № 8. Загальний обсяг годин за видами навчальної роботи не змінюється. Окремі питання перерозподілено між аудиторними заняттями та самостійною роботою в межах відповідних тем.

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Теми лабораторних занять	Кількість годин
1	Лаб. роб. №1 Програмне проектування цифрових фільтрів для пристроїв програмно-конфігурованого радіо.	4
2	Лаб. роб. № 2 Програмне проектування процедур інтерполяції та децимації для програмно-конфігурованих радіосистем телекомунікацій.	4

3	Лаб. роб. № 3 Дослідження особливостей цифрового представлення безперервних сигналів та характеристик ЦАП/АЦП які застосовуються в програмно-конфігурованих радіосистемах.	6
4	Лаб. роб. № 4 Вимірювання рівнів сигналів та завад з використанням програмно-конфігурованих систем (RTL-SDR)	6
5	Лаб. роб. № 5 Інтерфейс пристрою RTL-SDR. Калібрування частоти RTL-SDR на прикладі програми HDSDR	4
6	Лаб. роб. № 6 Використання програмно-конфігурованих комплексів для радіоконтролю (RTL-SDR).	4
7	Лаб. роб. № 7 Дослідження передавача/приймача RTL-SDR з контуром ФАПЧ (фазового автоматичного підстроювання частоти).	4
8	Лаб. роб. №8 Моделювання задач прийому/передачі в SDR (на основі екзаменаційного практичного завдання)	2
Разом за семестр		34

5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до лабораторних робіт, тестового контролю, виконанні індивідуальних завдань тощо. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у модульному середовищі для навчання, де розміщені робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1,2	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1. Підготовка до лабораторного заняття (ЛЗ 1), виконання ІДЗ Опрацювання презентаційного матеріалу «Програмно-конфігуровані мережі SDN та віртуалізація мережевих функцій NFV» у Модульному середовищі для навчання	11
3,4	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2. Підготовка до лабораторного заняття (ЛЗ 2), виконання ІДЗ	11
5,6	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3. Підготовка до лабораторного заняття (ЛЗ 3), виконання ІДЗ	11
7,8	Підготовка до тестового контролю ТК 1 (Т1–Т3), виконання ІДЗ	11
9,10	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4. Підготовка до лабораторного заняття (ЛЗ 4), виконання ІДЗ Опрацювання презентаційного матеріалу «Картезіанська петля зворотного зв'язку та цифрове передспотворення в SDR-передавачах 5G» у Модульному середовищі для навчання	11
11,12	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, виконання ІДЗ	11
13,14	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6. Підготовка до лабораторного заняття (ЛЗ 5), виконання ІДЗ	11
15,16	Підготовка до лабораторного заняття ЛЗ 6. Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7, виконання ІДЗ	11
17	Підготовка до тестового контролю ТК 2 (Т4–Т8). Підготовка до лабораторного заняття ЛЗ 7 і ЛЗ 8, виконання ІДЗ	12
Разом за семестр:		100

Примітки: Т – тема навчальної дисципліни, ЛЗ – лабораторне заняття, ТК – тестовий контроль, ІДЗ – індивідуальне домашнє завдання

На самостійне опрацювання студентів виносяться визначені у робочій програмі індивідуальні домашні завдання (ІДЗ) з відповідних тем. Керівництво самостійною роботою та контроль за виконанням індивідуального завдання здійснюється викладачем згідно з розкладом консультацій у позаурочний час.

Вимоги до виконання індивідуального домашнього завдання викладені в робочій програмі навчальної дисципліни.

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема лекції: з використанням мультимедійних презентацій, методів візуалізації, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, інформаційно-комунікаційних технологій, інтенсифікації та індивідуалізації навчання; лабораторні заняття: з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусії; самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з розділу;
- захист індивідуальних завдань;
- оцінювання результатів виконання домашніх завдань;

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, не допускається до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який має академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторного заняття (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт (протокол роботи відповідно до теми), захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами опитування під час лабораторних занять, тестування й виконання індивідуального домашнього завдання. Виконання індивідуального завдання завершується його здачею на перевірку у терміни, встановлені графіком самостійної роботи.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності не допускаються.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах (програмування з допомогою MATLAB (Simulink)), які сприяють формуванню компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>помилки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								Контрольні заходи		Семестровий контроль	
Лабораторні роботи №:								Тестовий контроль:		Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	Т 1	Т 2		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)										24-40	
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	6-10	6-10		
24-40								12-20			24-40

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями визначено, що лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді; знання методики проведення дослідження; уміння інтерпретувати результати; володіння відповідним програмним забезпеченням; обґрунтованість висновків. Лабораторні роботи виконуються на комп'ютері із використанням спеціалізованих програм, що дозволяють моделювати, аналізувати та досліджувати відповідні технічні процеси.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти (мінімальний позитивний бал – 3 бали, максимальний – 5 балів).

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого

Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому не зараховується і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів тестового контролю

Тест-1(2) складається з 60 питань, які охоплюють основні теми дисципліни "Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації" (перша (друга) частина дисципліни яка(и) відповідають викладеному матеріалу дисципліни до першої атестації (перший зріз знань) та після першої атестації (до підсумкової атестації)). Студентам надається 2 спроби для проходження тесту. Після кожної спроби вони отримують зворотний зв'язок з викладачем або навчальним та довідковим матеріалом з дисципліни розміщеним в модульному середовищі - <https://msn.khmn.edu.ua/course/view.php?id=8783>) щодо своїх помилок, щоб мати змогу виправити знання перед наступною спробою. Для успішної здачі тесту студент повинен набрати не менше ніж 70% правильних відповідей (42 правильні відповіді з 60). У разі невдалого проходження тесту після двох спроб студенту надається додатковий час для усунення помилок і повторного складання тесту.

Критерії оцінювання.

Оцінка тесту здійснюється за 4-бальною шкалою, з урахуванням процентного співвідношення правильних відповідей: - менше 70% правильних відповідей (0-41 правильна відповідь) – 2 бали (Незадовільно). Незадовільний рівень знань, студент має шанс покращити результат за допомогою додаткової роботи. - 70-79% правильних відповідей (42-47 правильних відповідей) — 3 бали (Задовільно). Студент має базове розуміння теми, але допущено кілька помилок. - 80-89% правильних відповідей (48-53 правильні відповіді) — 4 бали (Добре). Студент продемонстрував хороші знання матеріалу, але є певні недоліки. - 90-100% правильних відповідей (54-60 правильних відповідей) — 5 балів (Відмінно). Студент має відмінні знання дисципліни та вірно відповідає на більшість питань.

Оцінювання результатів виконання індивідуального домашнього завдання

Виконане та оформлене відповідно до вимог, визначених методичними рекомендаціями, індивідуальне домашнє завдання (ІДЗ) комплексно оцінюється викладачем з урахуванням таких критеріїв: самостійність виконання; правильність розв'язання поставлених задач; обґрунтованість вибору методів розв'язання; повнота пояснень та аргументованість відповідей; якість оформлення та дотримання вимог до структури і змісту роботи.

Індивідуальне домашнє завдання виконується як форма самостійної роботи здобувача. Орієнтовану тематику наведено нижче. Окремої структурної одиниці оцінювання для ІДЗ не передбачено: результати його виконання враховуються викладачем під час захисту лабораторних робіт у межах установлених для них балів.

У разі, якщо здобувач вищої освіти виявив рівень знань і виконання ІДЗ, що нижчий ніж 60 відсотків від максимальної кількості балів, встановленої Робочою програмою для цієї структурної одиниці, завдання не зараховується. У такому випадку студент має повторно опрацювати зміст завдання, усунути помилки та здати на перевірку доопрацьоване ІДЗ у терміни, погоджені з викладачем.

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит)

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного (в т.ч. у тестовій формі), так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретичне питання № 1	3	4	5
Теоретичне питання № 2	3	4	5
Практичне завдання (задача)	18	24	30
Разом:	24		40

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

10. Орієнтована тематика індивідуального завдання з курсу

1. Сучасні тенденції програмно-конфігурованого радіо.
2. Аналіз структури RTL-SDR.
3. Прийомо-передавач з нульовою поміжною частотою.
4. Квадратурна модуляція
5. Компенсація частотного зсуву при квадратурній демодуляції.
6. Сигнали та спектри в комплексній формі.
7. Фазова автопідстройка частоти.
8. Передавальна характеристика цифрової ФАПЧ.
9. Дуплексні фільтри (антенні комутатори).
10. Фільтри проміжної частоти. Активні фільтри.
11. Поліфазні та комплексні фільтри.
12. Схемотехніка малошумних підсилювачів та фільтрів-преселекторів.
13. Синтезатори частоти.
14. Передавач з передспотвореннями у baseband-діапазоні.
15. Широкопasmові підсилювачі потужності.
16. Програмне забезпечення засобів програмно-конфігурованого радіо.
17. Достовірність приймання. Модель радіоканалу.
18. Автоматичне регулювання підсилення.
19. Оптимальний частотний детектор.
20. Оптимальний некогерентний фазовий детектор.
21. Програмно-конфігуровані мережі (SDN): архітектура, протокол OpenFlow, контролери та потокові таблиці.
22. Віртуалізація мережевих функцій (NFV) і нарізання мережі у ядрі 5G.
23. Картезіанська петля зворотного зв'язку з цифровим передспотворенням у широкопasmових SDR-передавачах 5G.
24. Сигнально-кодові конструкції 5G на основі QC-LDPC та полярних кодів у поєднанні з модуляцією 256-QAM.

Рекомендований обсяг індивідуального домашнього завдання складає від 25 сторінок друкованого тексту (крім додатків). Для більшої наочності рекомендується широко використовувати таблиці та графічний матеріал – графіки, діаграми з обов'язковими поясненнями до них. Індивідуальне домашнє завдання має бути оформлене згідно вимог стандартів Хмельницького національного університету:

Бібліографічний запис. Загальні вимоги. СОУ 207.02:2025 / О. Синюк, В. Лопатовський, Г. Красильникова, І. Андрощук, В. Яремчук, Н. Подлевська – Хмельницький : ХНУ, 2025. – 37 с

11. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Основи програмно-конфігурованого радіо.
2. Еволюція радіостанцій програмно-конфігурованого радіо.
3. Архітектура радіостанцій програмно-конфігурованого радіо
4. Сучасні тенденції застосування програмно-конфігурованого радіо.
5. Параметри радіостанції програмно-конфігурованого радіо.
6. Ідеальна радіостанція програмно-конфігурованого радіо.
7. Перетворення спектру сигналів.
8. Приймач програмно-конфігурованого радіо.
9. Приймач з нульовою та ненульовою проміжною частотою.

10. Передавач програмно-конфігурованого радіо.
11. Синтезатор частоти.
12. Антенно-фідерні пристрої програмно-конфігурованих радіосистем.
13. Широкосмугові кола узгодження.
14. Частотно-незалежні антени та дуплексори.
15. Програмна підтримка обладнання програмно-конфігурованого радіо.
16. Радіостанція програмно-конфігурованого радіо.
17. Фільтри проміжної частоти та активні фільтри на операційних підсилювачах.
18. Поліфазні та комплексні фільтри.
19. Операційні підсилювачі. Схеми включення.
20. Змішувачі. Пасивні та активні змішувачі.
21. Квадратурні модулятори. Спотворення сигналів та принципи формування сигналів.
22. Квадратурні демодулятори.
23. Цифрові перетворення в тракті програмно-конфігурованого радіо: дискретизація, квантування, АЦП, ЦАП.
24. Радіочастотні модулі програмно-конфігурованого радіо.
25. Малошумні підсилювачі та фільтри преселектори.
26. Синтезатори частоти з колом ФАПЧ.
27. Лінеаризовані підсилювачі потужності. Нелінійні спотворення у підсилювачі.
28. Передавач програмно-конфігурованого радіо з передспотвореннями.
29. Широкосмугові підсилювачі потужності.
30. Широкосмугові антени.
31. Оцінка шумових параметрів систем програмно-конфігурованого радіо.
32. Автоматичні регулювання приймального пристрою програмно-конфігурованого радіо.
33. Коригування асиметрії каналів пристрою програмно-конфігурованого радіо.
34. Оптиміальний некогерентний частотний детектор.
35. Оптиміальний некогерентний фазовий детектор.
36. Особливості тактової синхронізації програмно-конфігурованого радіо.
37. Програмне забезпечення приймача програмно-конфігурованого радіо.
38. Статичні та астатичні помилки ФАПЧ.
39. Аналіз роботи цифрової ФАПЧ.
40. Узгодження і фільтрація багатопозиційних сигналів ФМ-4, КАМ.
41. Що таке програмно-конфігурована мережа. Поясніть розділення площини даних і площини керування.
42. Призначення контролера SDN, південного та північного інтерфейсів.
43. Як побудована потокова таблиця комутатора OpenFlow. Наведіть склад запису потоку.
44. Що таке віртуалізація мережевих функцій. Поясніть складники VNF, NFVI та MANO.
45. Як SDN і NFV застосовуються в архітектурі 5G. Що таке нарізання мережі.
46. Наведіть функціональну схему лінеаризованого передавача з картезіанською петлею зворотного зв'язку.
47. Роль квадратурного демодулятора, детекторів помилки та фільтра нижніх частот у петлі CF.
48. Як коефіцієнт підсилення розімкненого контуру впливає на похибку квадратурних складових.
49. Що таке цифрове передспотворення. Порівняйте моделі MP, DDR2, GMP і таблиці відповідності.
50. Дайте визначення EVM і MER. Як ці параметри пов'язані між собою.
51. Як нестабільність EVM впливає на криву достовірності приймання для QC-LDPC і полярних кодів у 5G.
52. Які напрями інтелектуалізації керування параметрами CF і DPD вам відомі.

12. Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Бойко Ю.М. Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації: монографія /Ю. М. Бойко, Л. В. Карпова, О.І. Полікаровських, В.П. Ткачук. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 317с.
2. Бойко Ю.М. Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації / Ю. М. Бойко, Л. В. Карпова. Хмельницький : ХНУ, 2024. 122 с.
3. Шинкарук О.М. Приймання та оброблення сигналів: навч. посібник /О.М. Шинкарук, В.І. Правда, Ю.М. Бойко. – Хмельницький: ХНУ, 2013. – 365 с.
4. Бойко Ю. М. Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, В. А. Дружинін, С. В. Толюпа. - Київ : Логос, 2018. - 227 с.
5. Бойко Ю.М. Науково-прикладні питання забезпечення роздільної здатності і ефективності обробки сигналів у радіотехнічних та телекомунікаційних системах за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, О. М. Шинкарук, Л. В. Карпова, І. І. Чесановський. – Хмельницький : ХНУ, 2019. – 218 с.
6. Шинкарук О.М. Основи функціонування багатоканальних систем передачі інформації. навч. посібник /О.М. Шинкарук, Ю.М. Бойко, І.І. Чесановський. – Хмельницький: ХНУ, 2011. – 231 с.
7. Бойко Ю. М. Генерування та формування сигналів : метод. вказівки /Ю. М. Бойко, В. В. Мишан. – Хмельницький : ХНУ, 2011 – 85 с.
8. Бойко Ю. М. Генерування та формування сигналів : лаб. практикум / Ю. М. Бойко. – Хмельницький : ХНУ, 2016. – Ч.1. – 89 с
9. Бойко Ю.М. Приймання та оброблення сигналів : методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів напрямів підготовки —Радіотехніка та —Телекомунікації / Ю. М. Бойко, Д. А. Макаришкін. – Хмельницький : ХНУ, 2015. – 151 с.

10. Бойко Ю.М. Приймання та оброблення сигналів : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності —Телекомунікації та радіотехніка / Ю. М. Бойко. – Хмельницький : ХНУ, 2017. – 39 с

13. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проєктор.
Програмне забезпечення: програми Microsoft Office, MATLAB, HDSDR, SDR Sharp, GNU Radio або аналогічні, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

14. Рекомендована література:

Основна

1. Бойко Ю.М. Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації: монографія /Ю. М. Бойко, Л. В. Карпова, О.І. Полікарівських, В.П. Ткачук. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 317с.
2. Шинкарук О.М. Приймання та оброблення сигналів: навч. посібник /О.М. Шинкарук, В.І. Правда, Ю.М. Бойко. – Хмельницький: ХНУ, 2013. – 365 с.
3. Бойко Ю. М. Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, В. А. Дружинін, С. В. Толюпа. - Київ : Логос, 2018. - 227 с.
4. Бойко Ю.М. Науково-прикладні питання забезпечення роздільної здатності і ефективності обробки сигналів у радіотехнічних та телекомунікаційних системах за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, О. М. Шинкарук, Л. В. Карпова, І. І. Чесановський. – Хмельницький : ХНУ, 2019. – 218 с.
5. Горбатий І.В. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник / І.В. Горбатий, А.П. Бондарев. – Львів: Львівська політехніка, 2016 - 336 с.
6. Бойко Ю.М. Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації / Ю. М. Бойко, Л. В. Карпова. Хмельницький : ХНУ, 2024. 122 с.
7. Семенко А.І. Сучасні технології інфокомунікаційних та комп'ютерних мереж: монографія / А.І. Семенко, Ю.М. Бойко, О.М. Шпур, І. В. Стрелковська, В. В. Корчинський, Р. О. Яровий ; під заг. ред. А.І.Семенка. - Київ: Європейський університет, 2024.- 557 с.
8. Boiko J. M. Optimization of Cartesian Feedback Loops for Wideband SDR Transmitters in 5G Mobile Networks / J. M. Boiko, I. S. Pyatin, O. I. Eromenko, L. V. Karpova // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2025. – Вип. 100. – С. 27–42. – DOI: 10.20535/RADAP.2025.100.27-42.
9. Бойко Ю. Аналіз алгоритмів декодування LDPC та Polar-кодів у стандарті 5G: оцінка складності та ефективності / Ю. Бойко, Д. Суберляк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2025. – № 3. – С. 226–236.
10. Boiko J. Intelligent DRL-assisted decoding of error-correcting codes for 5G/6G telecommunication channels / J. Boiko, I. Pyatin, O. Eromenko // Journal of Electrical Engineering. – 2025. – Vol. 76, No. 6. – P. 509–523.
11. Boiko J. Methodology of FPGA Implementation and Performance Evaluation of Polar Coding for 5G Communications / J. Boiko, V. Druzhynin, S. Buchyk, I. Pyatin, A. Kulko // CEUR Workshop Proceedings. – 2024. – Vol. 3654. – P. 15–24.
12. ETSI GS NFV 002. Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework : технічна специфікація / European Telecommunications Standards Institute.
13. OpenFlow Switch Specification : специфікація / Open Networking Foundation.

Додаткова

1. Jayaweera S.K. The Cognitive Radio / S.K. Jayaweera. – New York : Wiley Telecom, 2015, pp. 27-41.
2. Grayver E. Implementing Software Defined Radio / E. Grayver. - New York : Springer, 2013, 267 p.
3. Sklar B. Digital communications. Fundamentals and Applications / B. Sklar. - New Jersey : Prentice Hall P T R, 2021. - 1011 p.

15. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=8783>
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНІ СИСТЕМИ ПЕРЕДАВАННЯ, ПРИЙМАННЯ ТА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Мова викладання	Українська
Семестр	Перший – другий
Кількість призначених кредитів ЄКТС	5,0
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: розуміти загальні принципи організації програмно-конфігурованих радіосистем, принципи функціонування передавального та приймального обладнання програмно-конфігурованих радіосистем, технології цифрової обробки сигналів у системах програмно-конфігурованого радіо, схемотехніку радіочастотних модулів програмно-конфігурованого радіо, концепцію програмної реалізації програмно-конфігурованих радіосистем, концептуальні засади щодо формування сигнально-кодкових конструкцій та завадостійкого приймання у електронних комунікаціях, володіти питаннями оптимізації та програмного забезпечення систем програмно-конфігурованого радіо.

Зміст навчальної дисципліни. Архітектура програмно-конфігурованих систем передавання, приймання та обробки інформації; основні компоненти програмно-конфігурованого радіо; цифрові перетворення та обробка модульованих сигналів; схемотехніку радіочастотних модулів програмно-конфігурованих радіосистем; широкосмугові елементи програмно-конфігурованих радіосистем; шумові параметри приймача з нульовою проміжною частотою; завадостійкість систем програмно-конфігурованого радіо; оптимізація та автоматичне регулювання у програмно-конфігурованих системах передавання, приймання та обробки інформації. Зміст оновлено за пропозиціями стейкхолдерів і здобувачів вищої освіти: програмно-конфігуровані мережі (SDN) і віртуалізація мережевих функцій (NFV), їх місце в архітектурі 5G; картезіанська петля зворотного зв'язку з цифровим передспотворенням у широкосмугових SDR-передавачах; сигнально-кодкові конструкції 5G на основі QC-LDPC та поляричних кодів; інтелектуалізація процедур керування параметрами лінеаризації.

Пререквізити: вихідна.

Постреквізити: апаратно-програмне забезпечення інформаційно-комунікаційних систем та мереж (ОФП.06), переддипломна практика (ОФП.07), кваліфікаційна робота (ОФП.08).

Запланована навчальна діяльність: лекції 16 год., лабораторні заняття 34 год., самостійна робота 100 год.; разом 150 год. Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для другого (магістерського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 8 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції: з використанням мультимедійних презентацій, методів візуалізації, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, інформаційно-комунікаційних технологій, інтенсифікації та індивідуалізації навчання; лабораторні заняття: з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія; самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання лабораторних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

Форми оцінювання результатів навчання: захист лабораторних робіт, тестовий контроль (ТК 1 і ТК 2), іспит.

Вид семестрового контролю: іспит – 1 семестр.

Навчальні ресурси:

1. Бойко Ю. М. Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації : монографія / Ю. М. Бойко, Л. В. Карпова, О. І. Полікарівських, В. П. Ткачук. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 317 с.
2. Шинкарук О. М. Приймання та оброблення сигналів : навч. посібник / О. М. Шинкарук, В. І. Правда, Ю. М. Бойко. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 365 с.
3. Бойко Ю. М. Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, В. А. Дружинін, С. В. Толіюпа. – Київ : Логос, 2018. – 227 с.
4. Бойко Ю. М. Науково-прикладні питання забезпечення роздільної здатності і ефективності обробки сигналів у радіотехнічних та телекомунікаційних системах за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, О. М. Шинкарук, Л. В. Карпова, І. І. Чесановський. – Хмельницький : ХНУ, 2019. – 218 с.
5. Горбатий І. В. Телекомунікаційні системи та мережі : навчальний посібник / І. В. Горбатий, А. П. Бондарев. – Львів : Львівська політехніка, 2016. – 336 с.
6. Бойко Ю. М. Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації / Ю. М. Бойко, Л. В. Карпова. – Хмельницький : ХНУ, 2024. – 122 с.
7. Семенко А. І. Сучасні технології інфокомунікаційних та комп'ютерних мереж : монографія / А. І. Семенко, Ю. М. Бойко, О. М. Шпур, І. В. Стрелковська, В. В. Корчинський, Р. О. Яровий ; за заг. ред. А. І. Семенка. – Київ : Європейський університет, 2024. – 557 с.
8. Boiko J. M. Optimization of Cartesian Feedback Loops for Wideband SDR Transmitters in 5G Mobile Networks / J. M. Boiko, I. S. Pyatin, O. I. Eromenko, L. V. Karпова // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаробудування. – 2025. – Вип. 100. – С. 27–42.
9. Бойко Ю. Аналіз алгоритмів декодування LDPC та Polar-кодів у стандарті 5G: оцінка складності та ефективності / Ю. Бойко, Д. Суберляк // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2025. – № 3. – С. 226–236.
10. Boiko J. Intelligent DRL-assisted decoding of error-correcting codes for 5G/6G telecommunication channels / J. Boiko, I. Pyatin, O. Eromenko // Journal of Electrical Engineering. – 2025. – Vol. 76, No. 6. – P. 509–523.
11. Boiko J. Methodology of FPGA Implementation and Performance Evaluation of Polar Coding for 5G Communications / J. Boiko, V. Druzhynin, S. Buchyk, I. Pyatin, A. Kulko // CEUR Workshop Proceedings. – 2024. – Vol. 3654. – P. 15–24.
12. ETSI GS NFV 002. Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework : технічна специфікація / European Telecommunications Standards Institute.
13. OpenFlow Switch Specification : специфікація / Open Networking Foundation.
14. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmn.edu.ua/course/view.php?id=8783>
15. Електронна бібліотека ХНУ. URL : <http://library.khmn.edu.ua/>

Викладачі: д-р. техн. н., професор Юлій БОЙКО