



Тетяна ГОВОРУЩЕНКО  
2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Моделювання і оптимізація радіотехнічних засобів електронних комунікацій

**Галузь знань** – G Інженерія, виробництво та будівництво  
**Спеціальність** – G5 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.03  
**Мова навчання** – українська  
**Статус дисципліни:** обов'язкова (фахової підготовки)  
**Факультет** – Інформаційних технологій  
**Кафедра** – Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин							Форма семестрового контролю		
			Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Семінарські заняття	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	залік	іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття						
Д	1	2	5	150	34	16	18	-	-	116	-	+	-	+
<b>Разом ДФН</b>			<b>5</b>	<b>150</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>116</b>	<b>-</b>	<b>+</b>	<b>-</b>	<b>1</b>

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 \_\_\_\_\_ канд. техн. наук, доцент Олег ПИВОВАР

Схвалена на засіданні кафедри Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій


Протокол від 28.08 2025 № 1. Зав. кафедри Сергій ПІДЧЕНКО

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова вченої ради факультету \_\_\_\_\_ Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Хмельницький 2025

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

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

### **3. Пояснювальна записка**

Дисципліна «Моделювання і оптимізація радіотехнічних засобів електронних комунікацій» є однією із обов'язкових фахових дисциплін загальної підготовки магістра за спеціальністю G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка» на основі ОПП «Електронні системи та мережі комунікацій».

**Пререквізити:** методологія та організація наукових досліджень (ОЗП.01), програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації (ОФП.02).

**Кореквізити:** переддипломна практика (ОФП.07), кваліфікаційна робота(ОФП.08).

Відповідно до ОПП магістра освітні компоненти дисципліни мають забезпечити формування:

**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 (ЗК3); здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології (ЗК6); Здатність проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК7); здатність генерувати нові ідеї (креативність) (для КР - ЗК8); здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ЗК10); здатність застосовувати наукові факти, концепції, теорії, принципи та методології наукових досліджень(ФК1); здатність обґрунтовано обирати та ефективно застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, а також сучасні підходи та методи оптимізації для проєктування, дослідження й удосконалення інформаційно-комунікаційних мереж, електронних комунікацій, радіотехнічних систем, технологій, приладів і їх компонентів (ФК3); здатність розв'язувати задачі забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності інформаційно-комунікаційних мереж, електронних комунікацій, радіотехнічних систем з урахуванням економічних, правових, безпекових та екологічних аспектів. (ФК4); здатність захищати інтелектуальну власність, дотримуватися правових і етичних норм з питань інтелектуальної власності (ФК4); здатність проводити системний аналіз у складних інформаційно-комунікаційних мережах, електронних комунікаціях, радіотехнічних системах (ФК9).

#### **програмних результатів навчання:**

організувати власну професійну, науково-дослідницьку та інноваційну діяльність на основі принципів системного підходу та методології наукових досліджень в галузі інформаційно-комунікаційних мереж, електронних комунікацій, радіотехнічних систем (для КР - ПРН 1); розробляти і реалізовувати сучасні та перспективні інформаційно-комунікаційні мережі, електронні комунікації, радіотехнічні системи, технології, прилади і їх компоненти (ПРН 4); застосовувати мови програмування загального та спеціалізованого призначення, пакети аналітичного та імітаційного моделювання, а також інструменти розробки програмного та апаратного забезпечення для розв'язання складних задач у сферах інформаційно-комунікаційних мереж, електронних комунікацій, радіотехнічних систем, технологій, приладів і їх компонентів (для КР - ПРН 8); захищати інтелектуальну власність, розробляти відповідні охоронні документи, аналізувати патентну чистоту, відповідність наукових та дослідно-конструкторських розробок нормам законодавства України та міжнародних стандартів щодо інтелектуальної власності (ПРН 9); здійснювати пошук інформації у науково-технічній та довідковій літературі, патентах, базах даних, інших джерелах, аналізувати і оцінювати цю інформацію (ПРН 14); спілкуватися іноземною мовою, усно і письмово на рівні, достатньому для презентації та обговорення результатів професійної діяльності, досліджень і проєктів у сфері телекомунікацій та радіотехніки, для пошуку і аналізу науково-технічної інформації, для зрозумілого і недвозначного донесення своїх думок та аргументації. (ПРН 15); проводити системний аналіз складних інформаційно-комунікаційних мереж, електронних комунікацій, радіотехнічних систем, технологій, приладів та їх компонентів шляхом: визначення цілей аналізу та критеріїв їх досягнення, побудови моделей для обґрунтування рішення, пошуку оптимального рішення, узгодження рішення та перевірки його ефективності (ПРН 16); 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 – тільки для основного курсу).

**Мета дисципліни** формування у здобувачів комплексу знань, вмінь та навичок застосування прогресивних методів математичного опису процесів в радіотехнічних засобах в поєднанні із застосуванням комп'ютерних технологій для математичного, аналітичного, імітаційного тощо, моделювання і оптимізації засобів електронних комунікацій із застосуванням радіосигналів.

**Предмет дисципліни.** Закономірності створення та використання комп'ютерних моделей для оптимізації проектування радіотехнічних засобів, що реалізують можливість їх ефективного використання в області електронних комунікацій.

**Завдання дисципліни** – формування комплексу знань, вмінь та навичок з питань:

- використання узагальнених принципів та способів побудови моделей та способів моделювання та оптимізації радіотехнічних засобів;
- застосування абстрактних схем та системного алгоритму моделювання;
- застосування методів класичного та системного підходів до моделювання стохастичних процесів радіотехнічних кіл обробки сигналів;
- застосування технологій оптимізації моделей за встановленими критеріями ефективності;
- вибору та застосування різних форм забезпечення процесу моделювання та оптимізації радіотехнічних засобів для оптимізації достовірності кінцевих моделей;
- застосування методів дослідження та створення імітаційних моделей нелінійного опису процесів в радіотехнічних засобах;
- використання інструментів універсального та спеціалізованого програмного забезпечення Matlab для побудови та оптимізації моделей радіотехнічних засобів електронних комунікацій;
- використання дискретних моделей для опису аналогових процесів реальних радіотехнічних кіл із заданим рівнем достовірності;
- використання технологій візуалізації результатів статистичної обробки за допомогою інструментів відтворення осцилограм, спектрів, сигнальних та зіркових діаграм, око-діаграм тощо.
- використання методів обробки результатів імітаційних досліджень стохастичних моделей для виділення актуальних даних про тактико – технічні параметри радіотехнічних засобів;
- декомпозиції та побудови ієрархічної структури моделей радіотехнічних засобів та узгодження їх в дискретній структурі комп'ютерної моделі;
- критичного аналізу результатів моделювання та оптимізації радіотехнічних засобів порівняно із натурними дослідженням радіотехнічної апаратури;
- представлення пропозицій щодо удосконалення радіотехнічної апаратури на основі моделювання та оптимізації їх імітаційних моделей.

**Результати навчання.** Здобувач, який успішно опанував лабораторний практикум з дисципліни, повинен:

- обґрунтовано обирати та застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, а також підходи та методи оптимізації телекомунікаційних і радіотехнічних систем, комплексів, технологій, пристроїв та їх компонентів на всіх етапах їх життєвого циклу;
- знати основні методики роботи в програмному середовищі Matlab;
- опанувати мову програмування Matlab на рівні необхідному для підтримки роботи в середовищі Matlab/ Simulink на рівні візуалізації результатів, статистичної обробки, матричного аналізу тощо;
- вміти здійснювати вибір блоків стандартних макромоделей Matlab/Simulink для вирішення завдань побудови лінійних та нелінійних стохастичних моделей радіотехнічних засобів електронних комунікацій;
- застосовувати методи вимірювання та представлення рівнів сигналів і завад, коректно використовувати віртуальні Simulink – пристрої візуалізації форми, спектра, структури та динаміки процесів в радіотехнічних колах;
- встановлювати критерії та оцінювати ефективність технічних рішень під час застосування сигналів та методів їх обробки відповідно загальній меті оптимізації;
- реалізовувати принципи системного підходу під час розробки ієрархічних стохастичних моделей оптимальної обробки радіотехнічних сигналів за допомогою поодиноких та пакетних узгоджених фільтрів, модуляторів та імітаторів завад та спотворень;
- розв'язувати задачі забезпечення надійності, живучості, завадозахищеності, інформаційної безпеки та пропускну здатності радіотехнічних систем електронних комунікацій на основі дослідження їх моделей із урахуванням економічних, правових, безпекових та інших аспектів.

#### 4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:			
	Денна форма навчання			
	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні роботи	Самостійна робота студентів
Тема 1 Застосування понять узагальненої теорії моделювання та оптимізації в радіотехнічній галузі	4	6	-	20
Тема 2. Методи та критерії моделювання радіотехнічних засобів електронних комунікацій	4	4	-	22
Тема 3. Програмна підтримка математичного та імітаційного моделювання радіотехнічних засобів в системах електронних комунікацій	4	4	-	22
Тема 4. Моделювання та оптимізація нелінійних динамічних систем.	4	4	-	22
<b>Разом за семестр:</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>86</b>

#### 5 Програма навчальної дисципліни

##### 5.1. Зміст лекційного курсу\*

№ з/п	Перелік тем лекцій та їх анотації	К-ть годин
	<b>Тема 1 Застосування понять узагальненої теорії моделювання та оптимізації в радіотехнічній галузі</b>	
1	Узагальнене поняття моделі, завдання та способи моделювання. Модель, параметри та характеристики. Класифікація моделей. Завдання дослідження моделей. Літ.: [1] С. 11-44; [2] С. 16-49	2
2	Методи та процеси моделювання. Алгоритм моделювання. Класичний та системний підходи до моделювання. Елементи структурного підходу до розробки та моделювання. Інформаційні аспекти системного моделювання Література: [1] С. 20-35	2
	<b>Тема 2. Методи та критерії моделювання радіотехнічних засобів електронних комунікацій</b>	
3	Забезпечення процесу моделювання. Оптимізація вибору маршруту доставки повідомлень. Література: [1] С. 62-69; [2] С. 47-89	2
4	Параметри та різновиди абстрактних моделей. Формування абстрактних математичних моделей. Різновиди параметрів моделей та фазовий простір. Критерії якості комп'ютерного моделювання. Літ.: [3] С. 98-134	2
	<b>Тема 3. Програмна підтримка математичного та імітаційного моделювання радіотехнічних засобів в системах електронних комунікацій</b>	
5	Моделювання процесів в електронних комунікаціях. Технічна модель в теорії систем. Програмне забезпечення моделювання радіотехнічних засобів. Динамічне моделювання. Література: [3] С. 44-68	2
6	Функції Matlab радіотехнічного моделювання. Функції моделювання й аналізу сигналів. Функції кодування/декодування джерела. Функції завадостійкого кодування/декодування. Функції модуляції і демодуляції. Функції моделювання каналів зв'язку та спеціальні фільтри. Літ.: [1] С. 261-29912; [2] С. 218-237	2
	<b>Тема 4. Моделювання та оптимізація нелінійних динамічних систем.</b>	
7	Поняття нелінійної динамічної системи. Загальні властивості нелінійної динамічної системи. Особливі властивості нелінійної динамічної системи. Ознаки хаотичної поведінки. Класичні поняття для хаотичної поведінки. Літ.: [1] С. 244-254	2
8	Моделювання процесів детермінованого хаосу. Хаотичні рухи та сценарії переходу до хаосу. Застосування хаотичних властивостей в радіотехнічних засобах електронних комунікацій Літ.: [2] С. 657-719	2
	<b>Разом за семестр:</b>	<b>16</b>

## 5.2 Зміст лабораторних занять

№ з/п	Тема лабораторного заняття	К-ть годин
1	Основи застосування МАТЛАБ для радіотехнічних завдань. Літ.: [1] с.117-121 , [2] с.44-49, [3] с.33-48	2
2	Оптимальна обробка поодиноких прямокутних імпульсів. Літ.: [1] с.38-79 , [2] с.44-55	2
3	Оптимальна обробка пакетів прямокутних імпульсів. Літ.: [1] с.80-112 , [2] с.56-79	
4	Квазіоптимальна обробка пакетів імпульсів рециркулятором. Літ.: [1] с.212-237; [2] с.101-117; [3] с.47-52	2
5	Підвищення ефективності роботи рециркуляторів. [1] с.621-666; [2] с.140-148	2
6	Генерування та обробка сигналів трансверсальним фільтром. Літ.: [1] с.676-693; [2] с.147-164	2
7	Генерування та обробка складних радіотехнічних сигналів. Літ.: [1] с.743-754; [2] с.79-88; [3] с.99-111	2
8	Завадостійкість цифрових різновидів модуляції. Літ.: [1] с.147-160, 205-211; [2] с.186-204; [3] с.85-98	2
9	Вплив спотворень в цифровому каналі зв'язку на завадостійкість. Літ.: [1] с.733-739; [3] с.161-168	2
<b>Разом за семестр:</b>		<b>16</b>

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

Самостійна робота студентів форми навчання полягає у щотижневому опрацюванні аудиторних лекційних матеріалів, виконанні завдань попередньої підготовки до захисту окремих лабораторних робіт, обробка отриманих даних під час виконання лабораторних робіт, виконання індивідуальних та самостійних завдань, проведення навчального тестування в модульному середовищі в адаптивному режимі, підготовка до проведення електронного аудиторного тематичного тестування, підготовка до проміжних та підсумкових контрольних заходів.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	К-ть годин
1	Реєстрація в модульному середовищі (корегування індивідуальних планів та графіку дистанційного навчання). Опрацювання матеріалу лекції №1. Вибір індивідуальних завдань та тем рефератів. Підготовка до виконання лабораторної роботи №1	5
2	Опрацювання матеріалу лекції №2. Підготовка до захисту лабораторної роботи №1. Підготовка до тематичного тестового контролю Т1	5
3	Опрацювання матеріалу лекції №3. Підготовка до виконання лабораторної роботи №2, виконання індивідуальних завдань	5
4	Опрацювання матеріалу лекції №4. Підготовка до захисту лабораторної роботи №2, виконання індивідуальних завдань	5
5	Опрацювання матеріалу лекції №5. Підготовка до виконання лабораторної роботи №3, виконання індивідуальних завдань	5
6	Опрацювання матеріалу лекції №6. Підготовка до захисту лабораторної роботи №3, виконання індивідуальних завдань	5
7	Опрацювання матеріалу лекції №7. Підготовка до виконання лабораторної роботи №4. Підготовка до тематичного тестового контролю Т2	7
8	Опрацювання матеріалу лекції №8. Підготовка до захисту лабораторної роботи №4, виконання індивідуальних завдань	5
9	Опрацювання матеріалу лекції №9. Підготовка до виконання лабораторної роботи №5, виконання індивідуальних завдань	5
10	Опрацювання матеріалу лекції №10. Підготовка до захисту лабораторної роботи №5, виконання індивідуальних завдань	5

11	Опрацювання матеріалу лекції №11. Підготовка до виконання лабораторної роботи №6, виконання індивідуальних завдань	5
12	Опрацювання матеріалу лекції №12. Підготовка до захисту лабораторної роботи №6. Підготовка до тематичного тестового контролю Т3, виконання індивідуальних завдань	7
13	Опрацювання матеріалу лекції №13. Підготовка до виконання лабораторної роботи №7, виконання індивідуальних завдань	5
14	Опрацювання матеріалу лекції №14. Підготовка до захисту лабораторної роботи №7. Підготовка до захисту індивідуальних завдань	5
15	Опрацювання матеріалу лекції №15. Підготовка до виконання лабораторної роботи №8. Підготовка до захисту індивідуальних завдань. Підготовка до тематичного тестового контролю Т4.	7
16	Опрацювання матеріалу лекції №16. Підготовка до захисту лабораторної роботи №8, оформлення та захист індивідуальних завдань.	5
<b>Разом за семестр:</b>		<b>86</b>

#### 5.4 Зміст курсової роботи

Курсова робота студентів *денної* форми навчання полягає у самостійній реалізації завдання із тематики моделювання радіотехнічних засобів електронних комунікацій. Курсова робота складається із 3 основних розділів – теоретичного обґрунтування доцільності розробки, розділу моделювання (розробка моделі, аналіз адекватності моделі, дослідження моделі) та розділу оптимізації розробленої моделі радіотехнічних засобів електронних комунікацій.

##### 5.4.1. Графік виконання курсової роботи

Номер тижня	Обсяг завдань для виконання	К-ть годин
1	Вибір теми курсової роботи. Затвердження технічного завдання та графіку виконання (графіку індивідуальних консультацій)	2
2	Визначення предмету та об'єкту та мети дослідження в курсовій роботі, аналі літературних джерел	1
3	Постановка завдань дослідження, визначення можливостей реалізації в заданій САПР, аналіз літературних джерел	2
4	Складання концептуальної моделі дослідження, аналіз літературних джерел	1
5	Вибір теоретичної бази моделювання, формальне представлення моделі та способів моделювання, аналіз аналогічних моделей проєктів	2
6	Створення моделі, первинний аналіз працездатності в середовищі Matlab, написання першого розділу курсової роботи	2
7	Тестування та верифікація розробленої моделі (ч.1) в лінійних режимах без завад	2
8	Тестування та верифікація розробленої моделі (ч.2) в нелінійних режимах	2
9	Тестування та верифікація розробленої моделі (ч.3) під час дії стаціонарних та нестаціонарних завад	2
10	Оцінювання рівня адекватності розробленої моделі	2
11	Аналіз результатів моделювання	2
12	Підсумовування результатів моделювання порівняння результатів із аналогами із літературних джерел, написання другого розділу курсової роботи	2
13	Формулювання пропозицій щодо подальших досліджень та оптимізації засобів із точки зору якості отриманих результатів	2
14	Застосування одного із методів оптимізації для розробленої моделі за критерієм покращення ТТХ радіотехнічних засобів електронних комунікацій	2
15	Аналіз результатів оптимізації, написання третього розділу курсової роботи	2
16	Підготовка до захисту та захист курсових робіт	2
<b>Разом за семестр:</b>		<b>30</b>

##### 5.4.2 Орієнтовна тематика курсових робіт

1. Моделювання та оптимізація радіоканалів зв'язку із використанням лінійних різновидів модуляції.
2. Моделювання та оптимізація радіоканалів зв'язку із використанням нелінійних різновидів модуляції.
3. Моделювання та оптимізація радіоканалів зв'язку із цифрових різновидів модуляції.

4. Моделювання та оптимізація сигналів канального рівня моделі OSI для взаємодії із лінією передачі із заданими параметрами.
5. Моделювання та оптимізація мовних кодеків для застосування в системах стільникового зв'язку низьких генерацій.
6. Моделювання та оптимізація мовних кодеків для застосування в системах стільникового зв'язку високих генерацій.
7. Моделювання та оптимізація частотного лінійного ущільнення-розділення радіоканалів в системах електронних комунікацій.
8. Моделювання та оптимізація часового лінійного ущільнення-розділення радіоканалів в системах електронних комунікацій.
9. Моделювання та оптимізація розділення каналів за формулю в системах електронних комунікацій.
10. Моделювання та оптимізація цифрового мажоритарного ущільнення - розділення каналів в системах електронних комунікацій.
11. Моделювання та оптимізація нелінійного дискретно-рівневого ущільнення - розділення каналів в системах електронних комунікацій.
12. Моделювання та оптимізація цифрового мажоритарного ущільнення - розділення каналів в системах електронних комунікацій.
13. Моделювання та оптимізація логарифмічного нелінійного ущільнення - розділення каналів в системах електронних комунікацій.
14. Оптимізація застосування канального кодування (НЧ кодування) для застосування із заданою лінією передачі.
15. Моделювання та оптимізація радіоканалів із квадратурними сигналами.
16. Моделювання та оптимізація процесів виділення піднесівної в радіоканалах із автономною синхронізацією.
17. Моделювання та оптимізація каналу зв'язку із застосуванням ортогональної частотної модуляції.
18. Моделювання та оптимізація цифрового завадостійкого блочного бінарного кодування для роботи по радіолініям із стохастичними завадами.
19. Моделювання та оптимізація цифрового завадостійкого циклічного кодування для роботи по радіолініям із стохастичними завадами.
20. Моделювання та оптимізація цифрового завадостійкого згорткового кодування для роботи по радіолініям із стохастичними завадами.
21. Моделювання та оптимізація цифрового завадостійкого небінарного кодування для роботи по радіолініям із стохастичними завадами.
22. Моделювання та оптимізація використання хаотичних генераторів для завдань створення канальних піднесівних радіотехнічних систем.
23. Моделювання та оптимізація нелінійних динамічних систем передачі даних із хаотичним маскуванням.
24. Моделювання та оптимізація нелінійних динамічних систем передачі даних із нелінійним підмішуванням.
25. Моделювання та оптимізація нелінійних динамічних систем передачі даних із перемиканням хаотичних режимів.
26. Моделювання та оптимізація забезпечення хаотичної синхронізації в нелінійних динамічних системах.

## **6. Технології та методи навчання**

Процес опанування дисципліни базується на використанні відомих традиційних і прогресивних технологій освітнього середовища. Традиційними технологіями є: викладання лекційного матеріалу із застосуваннями простої візуалізації за допомогою дошки, усний захист результатів виконання лабораторних робіт, тощо.

Прогресивними технологіями є: широке використання під час викладення матеріалу лекції мультимедійного контенту (статичних та динамічних плакатів, навчальних фільмів, тощо), виконання лабораторних робіт в універсальному середовищі Matlab\Simulink, використання різноманітних пакетів програм для обробки даних лабораторних робіт середовища Matlab, застосування офісних програм для оформлення звітів, проведення електронного тестування для контролю знань в модульному середовищі онлайн, проведення адаптивного тестування, опанування компетентностей курсу на базі ресурсів Інтернет під час роботи над індивідуальними завданнями та в рамках неформальної освіти.

## **7. Методи контролю**

Під час поточного аудиторного контролю використовуються такі методи:

- контроль навичок та методик використання середовища Matlab для виконання лабораторних робіт та курсової роботи;
- контроль набутих компетентностей під час захисту результатів виконання лабораторних робіт та курсової роботи;
- контроль якості оформлення звітів з лабораторних робіт та курсової роботи на відповідність стандартам та положенням університету
- контроль академічної доброчесності звітів з лабораторних робіт та особливо курсової роботи;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу лекцій та загальних теоретичних положень, викладених в загальних положеннях до лабораторних робіт онлайн та онлайн за допомогою модульного середовища навчання;
- проведення іспиту у формі підсумкової письмової контрольної роботи наприкінці семестру.

## **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. 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 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 Здобувач захистив її на наступному після виконання роботи занятті.

Засвоєння здобувачем теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами тестування й виконання індивідуального домашнього завдання та контрольної роботи (опціонально). Виконання індивідуального завдання (опціонально) 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 пристроїв із елементами штучного інтелекту). 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, які сприяють формування 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 здобувачів 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.

Кількість балів, що отримує здобувач за *лабораторне заняття*, складається на основі врахування таких елементів:

- результати захисту та якість оформлення завдання для підготовки до лабораторної роботи;
- рівень опанування методів вимірювання та методик розрахунків під час виконання роботи;
- якість оформлення протоколу отриманих даних та форма представлення графічної та текстової

- частини лабораторної роботи;
- рівень компетенцій щодо використання спеціальної термінології, уміння професійно обґрунтувати отримані результати під час захисту лабораторної роботи;
- своєчасний захист лабораторної роботи.

**Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерію оцінювання
Відмінно	Здобувач у повному обсязі опанував зміст та суть елемента навчання, легко орієнтується у розташуванні та взаємному зв'язку цього елемента із іншими компетенціями; має повні компетенції виконання методик вимірювання, представлення та використання результатів лабораторних та практичних робіт; спроможність аргументовано обґрунтувати свої судження та представлення. Відмінна оцінка передбачає наявність компетенції коректного та лаконічного подання відповідей із використанням спеціальної термінології. Під час відповіді Здобувач проявляє творчу активність. Допускається наявність декількох несуттєвих помилок та обмовлень.
Добре	Здобувач виявив практично повне засвоєння змісту елемента навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом; свідомо використовує набуті знання та компетенції для вирішення необхідних практичних задач; виклад відповіді коректний та загалом відповідає запитанню (умовам), але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі помилки, неточності, нечіткі формулювання закономірностей, заміна та переплутування понять тощо. Творча активність Здобувача в рамках елемента обмежена.
Задовільно	Засвоєння змісту навчального матеріалу здобувачем знаходиться на мінімально достатньому рівні, він слабо володіє необхідними компетенціями та спеціальною термінологією, але рівень володіння понятійним апаратом достатній для подальшого навчання. Допускається наявність декількох принципових помилок та неточностей, які за умови конкретизованих або додаткових запитань викладача самостійно виправляються здобувачем, або здобувач вказує шляхи їх виправлення. Творча активність здобувача практично не проявляється.
Незадовільно	Здобувач виявив недостатній рівень знань та компетенцій з елемента навчання. Подальше продовження навчання з дисципліни можливо тільки за умови повторного опанування елемента навчання. Під час відповідей у здобувача відсутня логічна організація відповіді, він допускає велику кількість помилок навіть під час визначення елементарних спеціальних понять, відсутні компетенції щодо виконання лабораторних та практичних робіт, творча активність не виявлена.

Термін захисту лабораторної роботи та результатів практичної роботи вважається своєчасним, якщо Здобувач оформив та захистив роботу на наступному після виконання роботи аудиторному занятті (не більше 2 тижнів). Пропущене аудиторне лабораторне або практичне заняття Здобувач має відпрацювати в окремий, встановлений викладачем, термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до закінчення аудиторних занять у семестрі.

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

Аудиторна робота				Самостійна, індивідуальна робота				Семестровий контроль, іспит				Разом	
Лабораторні роботи (1-8)				Тестовий контроль (Тест 1-4)				Підсумкова контрольна робота				Сума балів	
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)													
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	24-40	60-100
24-40				12-20				24-40					

Електронне тестування проводиться в модульному середовищі для навчання (MOODLE) в рамках самостійної роботи. Для перевірки самостійності проходження електронних тестів тестування

може бути проведено повторно під час лабораторних робіт або під час консультації під наглядом викладача. Кожен електронний тест складається із 15-35 тестових завдань та охоплює тематику розділу курсу. Кожне тестове завдання оцінюється одним умовним балом. Результати тесту пропорційно приводяться до відповідної кількості балів за таблицею вище.

Для відповіді на кожне завдання під час електронного тестування відводиться не більше 2 хвилин (залежно від тесту), наступна спроба проходження тесту можлива не раніше як за годину після закінчення попередньої. Кількість спроб виконання електронного тесту не більше 5. Кінцевий результат виставляється за найкращою спробою. У випадку отримання негативної оцінки тестування проводиться повторно, не раніше ніж за тиждень в установленому порядку, але обов'язково до терміну наступного контролю. Перевірка та апеляція результатів тестування мають бути реалізовані до наступного аудиторного заняття.

Підсумкова семестрова оцінка за шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу.

### **Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит).**

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту – письмової контрольної роботи, 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, так і практичного характеру.

Підсумковий контрольний захід у вигляді контрольної роботи виконується в письмовій формі. Завдання контрольної роботи включає в себе 2 теоретичних запитання та 1 практичних задачі, якщо контрольний захід проводиться в формі комплексного офлайн тестування, то такий комплексний тест вбирає в себе 40 запитань, кожне із яких оцінюється одним балом. Загальний режим тестування аналогічний поточному тестуванню в семестрі

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).

**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	6	8	10
Теоретичне питання № 2	6	8	10
Практичне завдання (задача)	12	16	20
<b>Разом:</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>40</b>

*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.

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». Результати виконання індивідуального завдання враховуються як складання 1-2 тестів.

Семестрова підсумкова оцінка 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.

### **Оцінювання результатів виконання та захисту курсової роботи**

Освітня програма передбачає в якості окремого освітнього компоненту виконання та захист курсової роботи, завданням якої є системне й об'єктивне оцінювання практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Розробка розділів курсової роботи проводиться відповідно графіку виконання (наведено вище). Захист курсової роботи проводиться прилюдно та оцінюється у формі дифереційованого заліку.

**Таблиця – Критерії оцінювання виконання та захисту курсової роботи**

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерію оцінювання
Відмінно	Оцінка «відмінно» виставляється за високоякісно виконані графічну частину і пояснювальну записку, де немає помилок, оригінальність моделі, дотримання вимог методичних рекомендацій з курсового проектування. Доповідь і захист роботи обґрунтовані, виявлені комплексні знання зі спеціальних дисциплін стосовно теми курсового проєкту
Добре	Оцінка «добре» виставляється за якісне виконання курсової роботи за умови однієї-двох незначних помилок або недосить впевненої відповіді на одне-два питання комісії. Оцінка «добре/С» виставляється за якісно виконану роботу, дотриманні усіх вимог, що пред'являються до курсової роботи, за дві-три незначні помилки в кресленні чи пояснювальній записці, не чіткі відповіді на два-три питання комісії
Задовільно	Оцінка «задовільно» виставляється, якщо в пояснювальній записці чи в графічному оформленні виявлені помилки, є незначні порушення вимог до оформлення роботи, невпевнені відповіді на базові питання з тематики виконаної роботи. Оцінка «задовільно/Е» виставляється, якщо в курсовій роботі виявлені суттєві помилки в графічному оформленні та пояснювальній записці, неправильно обґрунтовані прийняті рішення, наявні грубі помилки під час відповідей на запитання членів комісії, невпевнений захист роботи в цілому
Незадовільно	Оцінка «незадовільно» виставляється, якщо в курсовій роботі вибрані неправильні методи моделювання, або за невідповідність змісту і графічної частини затвердженій темі (варіанту) курсової роботи, а також коли студент не орієнтується в тому, що виконав. У такому випадку студент представляє виправлену роботу на повторний захист, або йому видається нова тема роботи і призначається термін її виконання і захисту

**Таблиця – Структурування курсової роботи за видами і оцінювання результатів навчання здобувача**

Оцінка за якість виконання		Оцінка за якість захисту			Разом
Науково-теоретичний рівень дослідження, інноваційність і практичне значення його результатів	Оформлення роботи	Доповідь на захисті	Відповіді на запитання комісії	Оцінка керівника	Сума балів
12-20	12-20	12-20	12-20	12-20	60-100

**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	<b>Відмінно/Excellent</b> – 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		<b>Добре/Good</b> – 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		<b>Задовільно/Satisfactory</b> – 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	<b>Незадовільно/Fail</b> – 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		<b>Незадовільно/Fail</b> – Результати навчання відсутні

## 10. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Що входить до змісту поняття радіотехнічних засобів електронних комунікацій?
2. Із якими варіантами моделей радіотехнічних засобів Ви зустрічалися в попередніх освітніх компонентах?
3. Як узагальнено фахівці класифікують моделі, наведіть класифікаційні ознаки узагальнених моделей явищ та процесів?
4. Які існують класичні та некласичні методи побудови моделей?
5. Які моделі слід називати фізичними. Які варіанти фізичних моделей застосовують для радіотехнічних засобів електронних комунікацій ?
6. Які базові методи моделювання радіотехнічних засобів електронних комунікацій найбільш часто використовуються на практиці?
7. Вкажіть відмінні риси аналітичного, імітаційного та математичного моделювання радіоелектронних засобів електронних комунікацій?
8. Які переваги та недоліки імітаційного моделювання електронних комунікацій Ви можете виділити на практиці реальних пристроїв?
9. Сформулюйте процес генерації постановки завдання моделювання та генерації завдання для оптимізації радіоелектронних засобів?
10. Вкажіть відмінні риси понять таких завдань дослідження: завдання ідентифікації; завдання управління; завдання прогнозування?
11. У чому полягають базові положення системного підходу до побудови моделей радіотехнічних засобів?
12. Вкажіть базові особливості та базові технології імітаційного моделювання засобів електронних комунікацій?
13. Вкажіть можливості щодо математичного моделювання радіотехнічних систем та мереж, наведіть приклади моделювання?
14. Як формулюється та аналізується концептуальна модель радіотехнічних засобів та радіотехнічних систем та мереж?
15. Які характерні етапи та особливості генерації концептуальної моделі радіотехнічних засобів та систем та мереж?
16. Для яких моделей під час моделювання та оптимізації застосовують генератори випадкових значень фізичних величин?
17. Які інтегральні та диференційні закони розподілу переважно застосовують для стохастичного моделювання процесів в радіотехнічних засобах електронних комунікацій?
18. Які критерії оптимізації процесів та явищ використовують для покращення параметрів ефективності радіоелектронних засобів?
19. Як визначається відповідність інтегрального закону розподілу стохастичної величини і де застосовується критерій  $\chi^2$ -квадрат під час моделювання радіотехнічних засобів?
20. Сформулюйте постановку задачі ідентифікації функціональної або випадкової залежності комбінованого процесу модуляції та кодування в радіотехнічних засобах електронних комунікацій?
21. Як науковцю визначити функціональну залежність між функціональними змінними моделі в радіотехнічних сигналах за умови дії певної сигнально-кової конструкції?
22. Як застосовуються відомі методи апроксимації, інтерполяції та екстраполяції під час реалізації процесу моделювання передавальних характеристик радіотехнічних засобів?
23. За якими критеріями визначаються характеристики функціональної залежності перекодування сигналів в радіотехнічних засобах електронних комунікацій?
24. Основи регресивного аналізу процесів в радіотехнічних засобах. Систем та мережа умовних та нормальних рівнянь?
25. Базові сигнали та місце хаотичних процесів в прогресивних засобах електронних комунікацій, можливості та переваги хаотичних сигналів?
26. Нелінійна модуляція хаотичних сигналів та нелінійна обробка сигналів із хаотичною піднесівною в радіотехнічних засобах електронних комунікацій?
27. Формування комплексного повного тракту нелінійної динамічної системи в рамках радіотехнічних засобів електронних комунікацій?
28. Методи прогнозування стабільності роботи традиційних та хаотичних радіотехнічних засобів в системах та мережах електронних комунікацій?

## 11. Тематика індивідуальних завдань

1. Приклади та наслідки застосування системного та мережевого підходу в засобах електронних комунікацій.
2. Приклади та наслідки застосування системного та мережевого підходу в радіолокації.
3. Приклади та наслідки застосування системного та мережевого в радіонавігації.
4. Приклади та наслідки застосування системного та мережевого підходу в побутових засобах із

використанням радіосигналів.

5. Способи використання штучного інтелекту в радіоелектронних засобах електронних комунікацій.
  6. Моделювання частотно-часового ущільнення індивідуальних каналів в стільникових мережах зв'язку та ширококомовної трансляції.
  7. Моделі абонентського обслуговування міських стаціонарних телефонних мереж.
  8. Огляд систем інтерактивного блочного математичного моделювання для вирішення завдань радіотехніки.
  9. Огляд систем імітаційного моделювання для радіотехнічних завдань.
  10. Огляд систем та мереж моделювання антенних систем радіотехнічних засобів.
  11. Приклади оптимізації радіотехнічних засобів за максимізацією пропускної спроможності.
  12. Оптимізація схемотехніки радіотехнічних засобів за критерієм мінімізації бітових помилок.
- Приклади.
13. Оптимізація радіотехнічних засобів електронних комунікацій за критерієм максимізації дальності дії. Приклади.
  14. Багатокритеріальна оптимізація радіотехнічних засобів електронних комунікацій через використання цифрових сигнально-кодових конструкцій.
  15. Розв'язання оптимізаційних завдань радіотехнічних засобів на базі застосування надширокосмугових та хаотичних сигналів.
  16. Розв'язання оптимізаційних задач радіотехнічних засобів на базі застосування сигналів детермінованого хаосу та нелінійної обробки.
  17. Узгоджена лінійна та нелінійна фільтрація в радіотехнічних засобах електронних комунікацій.
  18. Наслідки використання оптимізаційних рішень радіотехнічних засобів для вибору конфігурації мережесих радіоінтерфейсів.
  19. Імітаційні нестационарні моделі каналів електричного зв'язку та налаштування їх параметрів в середовищі MATLAB для стільникових радіомереж.
  20. Оптимізація форми цифрових сигналів із застосуванням передспотворень, можливості адаптації до особливостей наявних провідних електричних ліній передачі.
  21. Оптимізація форми цифрового сигналу перед спотвореннями та адаптація до особливостей наявних оптоволоконних кабельних каналів.
  22. Моделювання активних оптичних ліній передачі із підсиленням сигналу вздовж лінії.
  23. Використання око-діаграм в задачах моделювання та оптимізації радіотехнічних засобів електронних комунікацій для багаторівневих сигналів.
  24. Оптимізація методів та способів захисту інформації радіотехнічних засобів, без застосування програмованих алгоритмів шифрування.
  25. Моделювання та оптимізація використання прогресивних ортогональних базисів несінхронних радіосигналів для застосування в радіотехнічних засобах.

## **12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)**

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, мультимедійний проектор. Програмне забезпечення: Matlab, програми Microsoft Office, доступ до мережі Інтернет, програми роботи з презентаціями.

## **13. Рекомендована література**

### **Основна**

1. Рябенський В.М. Моделювання пристроїв обробки цифрових сигналів : Навч. Посібник / Рябенський В.М. , Солобутко Л.В. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 352 с.
2. Самборський І.І., Шолохов С.М., Юрченко О.В., Ніколаєнко Б.А., Основи цифрової обробки сигналів: навчальний посібник. Київ: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 171 с.
3. Шолохов С. М Основи теорії і практики використання Matlab для цифрової обробки сигналів : навч. посіб. / С. М. Шолохов, І. І. Самборський, Б. А. Ніколаєнко, Р. Ю. Сбоєв. – Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 226 с.
4. Данилов В. Я. Синергетичні методи аналізу : навч. посіб. / В. Я. Данилов, А. Ю. Зінченко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 113 с.
5. Моделювання і оптимізація радіотехнічних засобів електронних комунікацій : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / О. С. Пивовар, С. К. Підченко, О. Я. Кучерук. Хмельницький : ХНУ, 2024. 78 с.

### Допоміжна

1. Моделювання систем та мереж: навч. посіб. [Електронний ресурс, текст] / І. В. Стеценко ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2015. – 399 с.
2. Ю.О. Ушенко, М.С. Гавриляк, М.В. Талах, В.В. Дворжа Основи та методи цифрової обробки сигналів: від теорії до практики, Навчальний посібник, Чернівці, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, 2021, 308 с.
3. Основи теорії і практики використання Matlab для цифрової обробки сигналів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для курсантів (студентів, аспірантів), які навчаються в Інституті за спеціальностями: “Електронні комунікації та радіотехніка”, “Комп’ютерні науки”, “Кібербезпека” / Шолохов С. М., Самборський І. І., Ніколаєнко Б. А., Сбоев Р. Ю. ; ІСЗЗІ КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8.29 Мбайт). – Київ : ІСЗЗІ КПП ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 226 с. – Назва з екрана.
4. Моделювання та оптимізація систем та мереж: підручник / В. М. Дубовой, Р. Н. Кветний, О. І. Михальов, А. В. Усов. – Вінниця : ПП «ТД«Еднльвейс», 2017. – 804 с.
5. Математичне моделювання систем та мереж і процесів: навч. посіб. / Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.
6. Телекомунікаційні та комп’ютерні систем та мережі та мережі: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / О. С. Пивовар. – Хмельницький : ХНУ, 2019. – 96 с.
7. A multi-criteria approach to decision-making in telecommunication network components selection / S. Pidchenko, O. Kucheruk, O. Pyvovar, V. Stetsiuk, V. Mishan // Radioelectronic and Computer Systems.-2023.- №1 –P.155-165 (DOI: 10.32620/reks. 2023.1.13 )
- 8 Multi-criteria model for selection of optical linear terminals based on FUZZY TOPSIS method / S. Pidchenko, O. Kucheruk, I.Drach, O. Pyvovar, Radioelectronic and Computer Systems.-2024.-№1(109) –P.65-75 DOI: 10.32620/reks.2024.1.06
9. Пивовар О. С. Полігармонічний виявник слабких сфінгометричних сигналів/ О. С.Пивовар, С. К.Підченко, А. А.Таранчук // Вісник ХНУ. - 2022. - №2 – С.133-141
10. Основи цифрового зв’язку : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів радіотехнічних напрямів підготовки / О. С. Пивовар, Л. О. Ковтун. – Хмельницький : ХНУ, 2012. – 54 с.
11. Моделювання і оптимізація радіотехнічних засобів електронних комунікацій: методичні рекомендації до курсової роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / О.С. Пивовар– Хмельницький: ХНУ, 2024. – 40 с.

### 14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL: <https://msn.khnu.km.ua>.
2. Електронна бібліотека ХНУ/ URL: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/p1age\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/p1age_lib.php).
3. Інституційний депозитарій ХНУ. URL: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.

## МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕЛЕКТРОННИХ КОМУНІКАЦІЙ

Тип дисципліни	Обов'язкова
Освітній рівень	другий (магістерський)
Мова викладання	українська
Семестр	Другий
Кількість встановлених кредитів ЄКТС	5,0
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Очна (денна)

**Результати навчання.** Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: знати, розуміти та вміти застосовувати сучасні методи моделювання та і оптимізації радіотехнічних засобів електронних комунікацій, коректно інтерпретувати, оцінювати адекватність та ефективність результатів; обирати та оптимально застосовувати моделі, комп'ютерні та технічні підходи оптимізації на всіх етапах їх життєвого циклу з метою отримання переваг за встановленими критеріями ефективності.

**Зміст навчальної дисципліни.** Основні поняття теорії моделювання та оптимізації. Модель як складова задачі оптимізації. Задачі, методи та процес моделювання радіотехнічних засобів. Системний підхід до побудови моделей. Системи та процеси як об'єкт математичного моделювання. Математичне моделювання лінійних та нелінійних радіотехнічних кіл. Аналітичне моделювання сигналів радіотехнічних засобів. Імітаційне моделювання нелінійної взаємодії в нестационарних каналах. Прикладне програмне забезпечення о моделювання. Методи оптимізації моделей радіотехнічних засобів. Моделювання в задачах управління проектами реалізації радіотехнічних засобів та прогнозування реакцій на зовнішні дії.

**Пререквізити** – методологія та організація наукових досліджень, програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації.

**Кореквізити** – науково-професійна практика, кваліфікаційна робота.

**Запланована навчальна діяльність:** 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 (із використанням методів проблемного навчання, візуалізації, та роботи в команді); лабораторні заняття (з використанням методів імітаційного та комп'ютерного моделювання), розробка курсової роботи (із застосуванням методів комп'ютерного моделювання та імітаційного моделювання в пакетах прикладних програм), самостійна робота (індивідуальні завдання з оптимізації радіотехнічних засобів).

**Форми оцінювання результатів навчання:** портфолію та захист лабораторних робіт; представлення та захист курсової роботи, презентація результатів виконання індивідуальних завдань; письмове опитування (тестування), тестування в модульному середовищі, письмові контрольні заходи (контрольні роботи).

**Вид семестрового контролю:** іспит – 2 семестр.

**Навчальні ресурси:**

1. Рябенський В.М. Моделювання пристроїв обробки цифрових сигналів : Навч. Посібник / Рябенський В.М. , Солобутко Л.В. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 352 с.
2. Самборський І.І., Шолохов С.М., Юрченко О.В., Ніколаєнко Б.А., Основи цифрової обробки сигналів: навчальний посібник. Київ: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 171 с.
3. Шолохов С. М Основи теорії і практики використання Matlab для цифрової обробки сигналів : навч. посіб. / С. М. Шолохов, І. І. Самборський, Б. А. Ніколаєнко, Р. Ю. Сбоев. – Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 226 с.
4. Данилов В. Я. Синергетичні методи аналізу : навч. посіб. / В. Я. Данилов, А. Ю. Зінченко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 113 с.
5. Моделювання і оптимізація радіотехнічних засобів електронних комунікацій : конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / О. С. Пивовар, С. К. Підченко, О. Я. Кучерук. Хмельницький : ХНУ, 2024. 78 с.
6. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnmu.edu.ua/course/view.php?id=6724> .
7. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnmu.edu.ua/>

**Викладач:** канд.техн.наук, доцент. Пивовар О.С.