

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту
Факультет інформаційно-керуючих систем та технологій
Кафедра: Транспортного зв'язку

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ТЕОРІЯ СИГНАЛІВ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Код та назва спеціальності: 172 Електронні комунікації та радіотехніка

Назва освітньої програми: Телекомунікації та радіотехніка

Рівень освіти: третій (доктор філософії)

Форма здобуття освіти: денна заочна

Семестр: 3,4

Кількість кредитів ЄКТС: 6

Форма підсумкового контролю: : залік екзамен

Розробник програми: Лисечко В.П., д.т.н., професор кафедри транспортного зв'язку.

Харків, 2025 рік

ОПИС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Галузь знань: 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Обов'язкова / **Вибіркова**

Курс: 2 / Семестр: 3,4

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ

ПІБ викладача: Лисечко Володимир Петрович

Контактна інформація: 093-921-61-11

email: Lysechko@kart.edu.ua

Час консультацій: середа 15.00-16.30

Форми зв'язку: Zoom:

<https://us04web.zoom.us/j/9299263351?pwd=aVUrOTM3R2YvbnhrcGRERVpTUE1qQT09&omn=73769309089>

Ідентифікатор конференції: 929 926 3351

Код доступу: 1111

Moodle: <https://do.kart.edu.ua>

МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Мета освітньої компоненти: формування у здобувачів поглиблених теоретичних знань і дослідницьких компетентностей у сфері теорії сигналів, методів їх формування, перетворення, передачі, прийому та обробки в телекомунікаційних системах, а також здатності до розроблення та застосування сучасних методів аналізу сигналів і завад у процесі наукових досліджень.

Завдання освітньої компоненти:

- ознайомити здобувачів з теоретичними основами теорії сигналів, математичними моделями повідомлень, сигналів і каналів зв'язку, принципами модуляції, кодування та передачі інформації.
- сформувати здатність застосовувати методи спектрального, кореляційного та статистичного аналізу сигналів, досліджувати характеристики каналів зв'язку, використовувати методи завадостійкого кодування та оптимального прийому сигналів.
- розвинути навички проведення наукових досліджень у сфері теорії сигналів, розроблення алгоритмів обробки сигналів, оцінювання завадостійкості телекомунікаційних систем та прийняття обґрунтованих інженерних рішень в умовах невизначеності.

КОМПЕТЕНТНОСТІ І РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати комплексні

проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності у сфері телекомунікацій та радіотехніки, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

Загальні компетентності:

ЗК01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02 Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК03 Знання та глибоке розуміння предметної області, розуміння професійної та наукової діяльності.

ЗК04 Здатність працювати в міжнародному контексті.

Спеціальні (фахові) компетентності:

ФК01 Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері телекомунікацій та радіотехніки та дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з автоматизації, інформаційних, комп'ютерних технологій, захисту інформації та суміжних галузей.

ФК02 Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англомовних наукових текстів за напрямом досліджень.

ФК03 Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування систем телекомунікацій та радіотехніки, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

ФК04 Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в сфері телекомунікацій та радіотехніки та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, проявляти лідерство під час їх реалізації.

ФК05 Здатність створювати новітні системи телекомунікацій та радіотехніки, розробляти їх технічне, інформаційне, математичне, програмне та організаційне забезпечення із застосуванням сучасних інформаційних та мережевих технологій, мікропроцесорних засобів, спеціалізованого програмного забезпечення.

Програмні результати навчання (ПРН):

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з телекомунікацій та радіотехніки і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні сучасних світових досягнень з телекомунікацій та радіотехніки, отримання нових знань та/або здійснення інновацій;

РН02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми телекомунікацій та радіотехніки державною та іноземною мовами, кваліфіковано відобразити результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних

наукових виданнях;

PH03. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів і процесів в телекомунікаційних та радіотехнічних системах, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних розробок у сфері телекомунікацій та радіотехніки та дотичних міждисциплінарних напрямках;

PH04. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження систем телекомунікацій та радіотехніки та їх складових з використанням сучасних методів дослідження, технічних та програмних засобів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми;

PH05. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати науково-технічні задачі телекомунікацій та радіотехніки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів;

PH06. Уміти застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування під час дослідження систем телекомунікацій та радіотехніки, їх програмних та апаратних компонентів;

PH07. Уміти застосовувати сучасні інформаційні та мережеві технології, мікропроцесорні засоби, спеціалізоване програмне забезпечення, для створення новітніх телекомунікаційних та радіотехнічних систем, їх технічного, інформаційного, математичного, програмного та організаційного забезпечення.

ПЕРЕДУМОВИ (ПРЕРЕКВІЗИТИ)

Перелік дисциплін чи курсів, необхідних для засвоєння:

Методологія управління науковими проектами
Теоретичні основи структуризації наукових досліджень
Методи математичного та комп'ютерного моделювання

ПІСЛЯУМОВИ (ПОСТРЕКВІЗИТИ)

Дисципліни, для яких знання з цієї дисципліни є базовими:

Відсутні

ВІДПОВІДНІСТЬ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ГЛОБАЛЬНИМ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ

Освітня компонента сприяє досягненню таких Цілей сталого розвитку, визначених резолюцією ООН №70/1 та Указом Президента України №722/2019, як:

4) забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх;

9) створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюючій і сталій індустріалізації та інноваціям;

11) забезпечення відкритості, безпеки, життєстійкості й екологічної стійкості міст, інших населених пунктів;

12) забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва.

17) зміцнення засобів здійснення й активізація роботи в рамках глобального партнерства в інтересах сталого розвитку.

Опис реалізації:

Освітня компонента «Теорія сигналів в телекомунікаційних системах» сприяє реалізації Цілей сталого розвитку (ЦСР), формуючи у здобувачів здатність до наукового аналізу, моделювання та оптимізації процесів передавання і обробки сигналів, що є ключовим для забезпечення ефективного, надійного та енергоефективного функціонування сучасних телекомунікаційних систем. Ключові елементи цієї компоненти інтегруються з ЦСР:

1) зміст освітньої компоненти включає теми з математичних моделей сигналів, спектрального, кореляційного та статистичного аналізу, методів модуляції, кодування та передачі інформації, що забезпечує розвиток цифрових технологій, підвищення якості зв'язку та ефективності використання ресурсів телекомунікаційних систем;

2) цілі сталого розвитку корелюють з методами навчання:

науково-дослідницький підхід: дослідження характеристик сигналів і каналів зв'язку;

аналітичний підхід: застосування математичних методів аналізу сигналів;

міждисциплінарний підхід: інтеграція знань з телекомунікацій, радіотехніки, математики та інформаційних технологій;

3) завданнями освітньої компоненти передбачено:

сформувані здатність до аналізу та моделювання сигналів у телекомунікаційних системах;

навчити застосовувати методи обробки сигналів і підвищення завадостійкості;

розвивати навички оптимізації параметрів сигналів і систем передачі інформації;

4) очікувані результати навчання узгоджуються з цілями сталого розвитку та передбачають здатність розробляти нові методи аналізу та обробки сигналів, підвищувати ефективність використання спектральних і енергетичних ресурсів, забезпечувати надійність та якість телекомунікаційних

систем, а також сприяти розвитку інноваційних технологій зв'язку.

ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Модуль 1. Теоретичні основи сигналів.

ТЕМА 1. «Математичні моделі сигналів та їх характеристики». Поняття сигналу і повідомлення, класифікація сигналів, математичні моделі детермінованих і випадкових сигналів, часові та спектральні характеристики, перетворення сигналів, основи спектрального аналізу.

Модуль 2. Методи обробки сигналів та забезпечення завадостійкості.

ТЕМА 2. «Методи аналізу та обробки сигналів у телекомунікаційних системах». Кореляційний і статистичний аналіз сигналів, методи цифрової обробки сигналів, фільтрація, дискретизація та квантування, аналіз сигналів у каналах зв'язку.

ТЕМА 3. «Модуляція, кодування та оптимальний прийом сигналів». Методи модуляції і демодуляції, завадостійке кодування, характеристики каналів зв'язку, принципи оптимального прийому сигналів, оцінка завадостійкості телекомунікаційних систем.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Види завдань:

- Опрацювання теоретичного матеріалу
- Опрацювання практичних завдань
- Підготовка до підсумкового контролю.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН СЕМЕСТР 3 (ДЕННА / ЗАОЧНА ФОРМА)

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Лабораторні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
1	Тема 1. Математичні моделі сигналів та їх характеристики.	2/-	22/-	-/-	66/-	90/-
	Всього	2/-	22/-	-/-	66/-	90/-

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН СЕМЕСТР 4 (ДЕННА / ЗАОЧНА ФОРМА)

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Лабораторні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
1	Тема 1. Методи аналізу та обробки сигналів у телекомунікаційних системах.	2/-	10/-	-/-	32/-	44/-
2	Тема 2. Модуляція, кодування та оптимальний прийом сигналів.	2/-	10/-	-/-	34/-	46/-
	Всього	4/-	20/-	-/-	66/-	90/-

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Словесні: лекції, пояснення, бесіди, дискусії.

Наочні: ілюстрація (слайди, малюнки), демонстрація (програмні засоби, навчальні відео).

ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: до 60 балів

Модульний контроль: до 40 балів

Підсумковий контроль (іспит/залік): до 100 балів

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Поточний контроль на заняттях (максимум 60 балів):

- якщо студент відвідує заняття, бере активну участь у дискусіях, самостійно виконує завдання - отримує 50-60 балів;
- при частковій участі, відповіді не завжди аргументовані – 21-49 бали;
- якщо присутній на обмеженій кількості занять, відповідає рідко – 5-20 балів;
- за відсутність активності та пропуски – 0-5 балів.

Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач вищої освіти за модуль, становить **100** (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів модульний контроль). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає оцінку за семестр.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки і індивідуального навчального плану (при успішній здачі іспиту/заліку) здобувача вищої освіти, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (відмінно, добре, задовільно (незадовільно) для іспитів, курсових робіт/проектів або зараховано/незараховано для заліків) та шкали ECTS (A, B, C, D, E, F).

Визначення назви за національною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS Оцінка
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D

	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ТА ПОЛІТИКА КУРСУ

Визначення плагіату та його наслідків:

Академічний плагіат» – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості), та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства.

Види академічного плагіату:

- дослівне запозичення текстових фрагментів без оформлення їх як цитат з посиланням на джерело (в окремих випадках некоректним вважають навіть використання одного слова без посилання на джерело, якщо це слово використовують в унікальному значенні, наданому цим джерелом);

- використання інформації (факти, ідеї, формули, числові значення тощо) з джерела без посилання на це джерело;

- перефразування тексту джерела у формі, що є близькою до оригінального тексту, або наведення узагальнення ідей, інтерпретацій чи висновків з певного джерела без посилання на це джерело;

- подання як власних робіт (дисертацій, монографій, навчальних посібників, статей, тез, звітів, контрольних, розрахункових, курсових, дипломних та магістерських робіт, есеїв, рефератів тощо), виконаних на замовлення іншими особами, у тому числі робіт, стосовно яких справжні автори надали згоду на таке використання

Правила цитування: «Цитата» – порівняно короткий уривок з літературного, наукового чи будь-якого іншого опублікованого (оприлюдненого на офіційному веб-сайті) твору, який використовується, з обов'язковим посиланням на його автора і джерело цитування, іншою особою у своєму творі з метою зробити зрозумілішими свої твердження або для посилання на погляди іншого автора в автентичному формулюванні.

Щоби правильно оформити цитату, необхідно дотримуватися таких правил:

- вказувати перевірене джерело. Цитати мають містити відомості про автора та назву його роботи, звідки взята цитата;

- не порушувати зміст цитати;

- відокремлювати цитату від основного тексту;

- використовувати скорочені цитати;

- вказувати сторінки.

Етика використання AI-інструментів: здобувачі можуть використовувати інструменти AI — для пояснення складних тем простими словами, перевірки граматики та стилю, самоперевірка знань (тести, запитання); недопустиме використання AI для списування.

Процедура оскарження оцінок: в Українському державному університеті залізничного транспорту діє Положення про організацію освітнього процесу, яким закріплено право здобувачів на оскарження результатів контрольних заходів. Тому якщо здобувачі незадоволені оцінкою, або є сумніви щодо об'єктивності викладачів вони можуть звернутися до завідувача кафедри із заявою-апеляцією. Створена апеляційна комісія перевіряє результати підсумкового контролю знань.

Правила поведінки на заняттях: заходить на онлайн-заняття вчасно, бажано за кілька хвилин до початку; використовуй своє справжнє ім'я та прізвище, вказувати номер групи; дотримуватися ввічливого та поважного спілкування; під час пар; вимикати мікрофон та вмикати його лише під час діалогу з викладачем; камеру, за можливості, тримати увімкненою; не перебивати інших учасників, користуватися за потреби функцією «піднятої руку»; використовувати чат лише для навчальних повідомлень; не поширювати сторонні посилання, зображення чи повідомлення; не ображати, не принижувати та не ігнорувати інших учасників.

ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

1. Поняття сигналу та повідомлення у телекомунікаційних системах.
2. Класифікація сигналів та їх основні характеристики.
3. Детерміновані та випадкові сигнали: особливості та відмінності.
4. Математичні моделі сигналів.
5. Часові характеристики сигналів.
6. Спектральні характеристики сигналів.
7. Перетворення Фур'є та його застосування в аналізі сигналів.
8. Основні властивості спектрів сигналів.
9. Енергетичні та потужнісні характеристики сигналів.
10. Кореляційні функції сигналів та їх властивості.
11. Автокореляційна та взаємна кореляційні функції.
12. Основи статистичного аналізу сигналів.
13. Стаціонарні та нестационарні випадкові процеси.
14. Методи цифрової обробки сигналів.
15. Дискретизація сигналів та теорема Котельникова.
16. Квантування сигналів та його похибки.
17. Цифрова фільтрація сигналів.
18. Методи аналізу сигналів у каналах зв'язку.
19. Поняття завад у телекомунікаційних системах.
20. Види завад та їх вплив на сигнал.

21. Методи підвищення завадостійкості систем.
22. Основні методи модуляції сигналів.
23. Аналогова та цифрова модуляція: порівняльний аналіз.
24. Методи демодуляції сигналів.
25. Принципи кодування інформації.
26. Завадостійке кодування та його методи.
27. Характеристики каналів зв'язку.
28. Принципи оптимального прийому сигналів.
29. Критерії оптимальності прийому сигналів.
30. Оцінка завадостійкості телекомунікаційних систем.
31. Енергетична ефективність сигналів.
32. Спектральна ефективність сигналів.
33. Сучасні методи обробки сигналів у телекомунікаціях.
34. Інтелектуальні методи аналізу сигналів.
35. Перспективи розвитку теорії сигналів у телекомунікаційних системах.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література:

1. NCOSE. INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities: 5th ed. – Hoboken: Wiley, 2023. – 416 p.
2. Заповловський М. Й. Теорія інформації та кодування / М. Й. Заповловський, С.М. Порошин, М. В. Мезенцев: навчальний посібник. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – 257 с.
3. Системи електронних комунікацій: навч. посіб. / Л. М. Погребняк, Р. Ю. Сбоев, М. С. Ірха. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 472 с
4. . Бездротові телекомунікаційні системи: навчальний посібник / К. А. Трубчанінова, О. С. Жученко, В. П. Лисечко. Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 86 с.
5. Boardman J. Systems Thinking: Coping with 21st Century Problems: 2nd ed. / J. Boardman, B. Sauser. – Boca Raton: CRC Press, 2017. – 260 p.
6. Батаєв О.П. Теорія електричного зв'язку: навч. посібник. / О.П. Батаєв, Н.А. Корольова, І.В. Ковтун. - Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 630с.
7. Kossiakoff A. Systems Engineering Principles and Practice: 3rd ed. / A. Kossiakoff, S. Biemer, S. Seymour, D. Flanigan. – Hoboken: Wiley, 2020. – 704 p.
8. Skyttner L. General Systems Theory: Problems, Perspectives, Practice: 2nd ed. – Singapore: World Scientific, 2018. – 540 p.
9. Klir G. J. Facets of Systems Science: 2nd ed. – New York: Springer, 2019. – 750 p.

10. Трубочанінова К.А. Основи теорії інформації та кодування: навч. посібник для техн. спец. ВНЗ / С.І. Приходько, К.А. Трубочанінова, О.П. Батаєв. - Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 110 с.

Додаткова література:

1. Академічна доброчесність у закладах вищої освіти: методичні рекомендації [Електронне видання] / упоряд. Т. С. Швець. – Київ : МОН України, 2020. – 45 с. – mon.gov.ua

2. Кайдан М. В., Климаш М. М., Стрихалюк Б. М. Напрямні системи телекомунікаційних мереж. Львів: Львівська політехніка, 2021. 488 с.

3. Порядок підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах): Постанова Кабінету Міністрів України від 23.03.2016 № 261 (зі змінами). – Режим доступу: rada.gov.ua

4. Kumar, P., Reddy, S. Evolution of Cellular Networks: From GSM to 5G. Journal of Wireless Communications, 2022. – 450 p.

5. Dahlman, E., Parkvall, S., & Skold, J. 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband. Academic Press, 2014. – 450 p.

6. Akdeniz, M., & Nallanathan, A. LTE-Advanced and 5G: Future Mobile Communications. Springer, 2017. – 350 p.

7. J. Zhang, M. Z. Shakir, S. Zeadally, and C. Yuen, "Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) for Mobile Communications," Springer, 2010.

8. Волоконно-оптичні системи передачі інформації (ВОСП): навчальний посібник / О. В. Щекотихін, В. П. Дмитренко, М. В. Єфименко, М. П. Проскурін. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 114 с.

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Перелік обладнання.

Офлайн: мультимедійний проєктор на базі проєктора ACER PGD5112, комп'ютер IntelPentium II, монітор Samsung 550 B (клавіатура і миша), комутатори MikroTik DC10- 28-V, AC Line 100-240VAC.

Онлайн: ноутбук ASUS VivoBook з вмонтованою камерою та мікрофоном.

ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ

ПІБ розробника: Лисечко Володимир Петрович

Контактна інформація: 093-921-61-11

email: Lysechko@kart.edu.ua

ВНЕСЕННЯ ЗМІН (ДАТА, СУТЬ, ПІДПИС)

Протокол засідання кафедри транспортного зв'язку № 1 від 01 вересня 2025 р.