

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту
Факультет «Інформаційно-керуючі системи та технології»
Кафедра: Транспортний зв'язок

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ РАДІОМЕРЕЖІ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ

Галузь знань: **17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації**

Код та назва спеціальності: 172 Електронні комунікації та радіотехніка

Назва освітньої програми: Телекомунікації та радіотехніка

Рівень освіти: третій (доктор філософії)

Форма навчання: денна заочна

Семестр: 3,4

Кількість кредитів ЄКТС: 6

Форма підсумкового контролю: залік - екзамен

Розробник програми: Єлізаренко А.О., канд.техн.наук., доцент кафедри
транспортний зв'язок.

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: Єлізаренко Андрій Олександрович

Контактна інформація: 096-086-78-04

email: yelizarenko.andrii@kart.edu.ua;

elizarenko1@ukr.net

Час консультацій: понеділок 15.00-16.30

Форми зв'язку: Viber, Telegram, Zoom

<https://us04web.zoom.us/j/74815449003?pwd=RWC1RYeXEjtReRuIs5NrQdiQsvzL1N.1>

Ідентифікатор конференції: 748 1544 9003

Код доступу: CeD13M

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

МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Мета освітньої компоненти: сформувати у здобувачів вищої освіти необхідні теоретичні знання і практичні навички щодо дослідження, аналізу ефективності, проектування і моніторингу новітніх систем рухомого радіозв'язку.

Завдання освітньої компоненти:

В результаті вивчення ОК здобувач вищої освіти повинен знати:

- Принципи частотно-територіального планування перспективних радіомереж.
- Методи розрахунку енергетичних характеристик радіоканалів.
- Принципи побудови новітніх радіосистем наступного покоління та методи оцінки їх характеристик.
- Методи забезпечення електромагнітної сумісності радіомереж наступного покоління, в тому числі на залізничному транспорті.

уміти:

- Використовувати отримані знання при дослідженні, організації проектуванні і розрахунках сучасних мереж радіозв'язку.

мати уявлення (розуміти):

- Сучасні тенденції розвитку радіосистем наступного покоління.

- Тенденції розвитку сучасних систем радіозв'язку і способи застосування радіотехнічних пристроїв різного призначення на залізничному транспорті.

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:

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)

ЗК 3. Знання та глибоке розуміння предметної області, розуміння професійної та наукової діяльності

Фахові компетентності:

ФК 1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері телекомунікацій та радіотехніки та дотичних до неї

міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з автоматизації, інформаційних, комп'ютерних технологій, захисту інформації та суміжних галузей

ФК 2. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, глибоке розуміння англійських наукових текстів за напрямом досліджень

ФК 3. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування систем телекомунікацій та радіотехніки, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності

ФК 4. 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

ФК 5. 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

ФК 6. Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті, дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково- педагогічній діяльності

Результати навчання за даним курсом:

РН 01. 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.

РН 02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми телекомунікацій та радіотехніки державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

РН 03. 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.

РН 04. 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.

РН 05. 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.

РН 06. Уміти застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, проектування під час дослідження систем телекомунікацій та радіотехніки, їх програмних та апаратних компонентів.

ПЕРЕДУМОВИ (ПРЕРЕКВІЗИТИ)

Перелік освітніх компонент чи курсів, необхідних для засвоєння:

- Методологія та організація роботи над дисертаційним дослідженням;
- Методологія управління науковими проектами;
- Теоретичні основи структуризації наукових досліджень.

ПІСЛЯУМОВИ (ПОСТРЕКВІЗИТИ)

Освітні компоненти, для яких знання з цієї дисципліни є базовими:

- Методи математичного та комп'ютерного моделювання;

– Підготовка до подання дисертації до захисту.

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:

Ціль 4 «Забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх» – забезпечення якісної інженерної освіти шляхом формування у здобувачів вищої освіти сучасних знань і практичних навичок у сфері електронних комунікацій та радіотехніки;

Ціль 8 «Сприяння поступальному, всеохоплюючому та сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх» – дослідження радіотехнічних засобів в управлінні рухом поїздів та обслуговування інфраструктурних об'єктів з урахуванням підвищення ефективності та сталого розвитку залізничного транспорту;

Ціль 9 «Створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюючій і сталій індустріалізації та інноваціям» – розвиток компетентностей у сфері впровадження інноваційних рішень, модернізації та підвищення надійності промислової та транспортної інфраструктури;

Ціль 11 «Забезпечення відкритості, безпеки, життєстійкості й екологічної стійкості міст, інших населених пунктів» – формування підходів до безпечної та сталої експлуатації критичної інфраструктури, зокрема систем залізничного радіозв'язку;

Ціль 12 «Забезпечення переходу до раціональних моделей споживання і виробництва» – застосування методів діагностики та моніторингу для підвищення надійності обладнання, подовження строку служби технічних систем і раціонального використання ресурсів.

Ціль 13 «Зміцнення засобів здійснення й активізація роботи в рамках глобального партнерства в інтересах сталого розвитку» освітня компонента формує здатність досліджувати ефективні рішення з телекомунікацій на основі інтеграції та інноваційних підходів.

ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Теми лекцій

Тема 1. Класифікація радіотехнологій та систем радіозв'язку, в тому числі для систем управління перевезеннями.

Тема 2. Радіоінтерфейси систем передачі даних.

Тема 3. Частотно-територіальне планування радіомереж наступного покоління.

Тема 4. Ефективність радіомереж наступного покоління.

Тема 5. Інтелектуальні радіосистеми.

Тема 6. Методи радіомоніторингу спектру систем наступного покоління.

ТЕМАТИКА СЕМІНАРСЬКИХ/ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Перелік тем: Частотне забезпечення мереж наступного покоління. Особливості поширення радіохвиль різних діапазонів частот. Методи доступу до середовища передавання даних. Методи розширення спектру. Критерії оцінки завадостійкості систем зв'язку та методів модуляції. Експериментальні моделі розрахунку енергетичних характеристик. Закони розподілу флуктуацій напруженості поля радіохвиль. Моделі поширення радіохвиль ITU-R. Забезпечення необхідної надійності радіоканалів. Перспективні системи залізничного технологічного радіозв'язку. Когнитивні радіотехнології. Технічні засоби обладнання радіомоніторингу мереж.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Види завдань:

Опрацювання теоретичного матеріалу.

Підготовка до практичних занять.

Підготовка до підсумкового контролю.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН (ДЕННА / ЗАОЧНА ФОРМА)

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Лабораторні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
1	Класифікація радіотехнологій та систем радіозв'язку, в тому числі для систем управління перевезеннями.	1/1	7/7	-	22/22	30
2	Радіоінтерфейси систем передачі даних.	1/1	7/7	-	22/22	30
3	Частотно-територіальне планування радіомереж наступного покоління.	1/1	7/7	-	22/22	30
4	Ефективність радіомереж наступного	1/1	7/7	-	22/22	30

	покоління.					
5	Інтелектуальні радіосистеми.	1/1	7/7	-	22/22	30
6	Методи радіомоніторингу спектру систем наступного покоління.	1/1	7/7	-	22/22	30
	Всього	6/6	42/42	-	132/132	180

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Вид: практичні роботи

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Словесні: лекції, пояснення, бесіди, дискусії.

Наочні: ілюстрація (рисунок, презентації), демонстрація (досліди, фільми).

Практичні: практичні роботи

ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: до 60 балів

Модульний контроль: до 40 балів

Підсумковий контроль (залік/іспит): до 100 балів

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Поточний контроль на семінарах/практичних/лабораторних заняттях (максимум 40 балів):

- якщо студент відвідує заняття, бере активну участь у дискусіях, самостійно розв'язує завдання - отримує 32-40 балів;
- при частковій участі, відповіді не завжди аргументовані – 20-31 бали;
- якщо присутній на обмеженій кількості занять, відповідає рідко – 1-19 балів;
- за відсутність активності та пропуски – 0 балів.

Виконання розрахункових завдань (максимум 20 балів)

- ідеальне виконання (повністю оформлено, всі обґрунтування та розрахунки, власний аналіз): 16-20 балів;
- виконано майже повністю (окремі незначні недоліки у оформленні чи обґрунтуваннях): 11-15 балів;
- виконано частково (відсутні частини роботи, допущено суттєві помилки у розрахунках): 5-10 балів;
- фрагментарне чи несвоєчасне виконання, значні помилки: 0-4 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, есе, 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.

Щоб 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: Штучний інтелект на основі навчання вирішує проблеми та самостійно адаптує свою функціональність на основі його початкової конфігурації та навчального набору даних на основі людини – генеративні інструменти AI є прикладами штучного інтелекту на основі навчання

Етика AI: набір цінностей, принципів і методів, які використовують широко прийняті стандарти правильного і неправильного, щоб керувати моральною поведінкою в розробці, розгортанні, використанні та продажу технологій ШІ.

Здобувачі вищої освіти можуть використовувати інструменти на основі штучного інтелекту під час вивчення освітньої компоненти з метою пошуку та узагальнення навчальної інформації, опрацювання теоретичного матеріалу, формування прикладів розв'язання типових задач, а також для перевірки логічної послідовності власних міркувань. Під час виконання курсової роботи засоби штучного інтелекту допускається застосовувати для консультаційної підтримки, зокрема для уточнення термінології, структурування матеріалу, мовного редагування тексту та оформлення роботи відповідно до встановлених вимог, за умови обов'язкового дотримання принципів академічної доброчесності та самостійності виконання дослідження.

Здобувачі вищої освіти мають усвідомлювати, що надмірне покладання на ШІ може позбавити їх можливості розвинути власні базові навички, необхідні для розв'язання професійних задач та комунікативних здібностей.

Процедура оскарження оцінок: діє Положення про організацію освітнього процесу в Українському державному університеті залізничного транспорту, 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: студенти повинні приходити на заняття вчасно, дотримуватися етики спілкування; заохочується участь у дискусіях, виконання практичних завдань, робота в групах.

ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

1. Безпроводові технології на залізничному транспорті
2. Загальна концепція мобільного зв'язку третього та четвертого покоління.
3. Структура та побудова мереж стільникового зв'язку LTE/SAE.
4. Протоколи безпроводового доступу сімейства IEEE 802.11.
5. Методи розрахунку мереж рухомого радіозв'язку.
6. Процедура частотно-територіального планування радіомереж.
7. Принципи побудови когнітивних радіосистем.
8. Основні моделі поширення радіохвиль в каналах рухомого радіозв'язку.
9. Основні принципи державного регулювання використанням радіочастотного ресурсу.
10. Методи розрахунку зон обслуговування в каналах технологічного радіозв'язку.
11. Ймовірнісні характеристики надійності радіозв'язку по полю.
12. Перспективні радіотехнології залізничного технологічного радіозв'язку.
13. Основні характеристики стандарту цифрового мобільного радіозв'язку DMR.
14. Метод MIMO.
15. Особливості поширення радіохвиль ультракороткохвильового діапазону в умовах залізниць.
16. Фізичні канали LTE.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література:

1. Головін Ю.О. Основи теорії радіозв'язку / Ю.О. Головін, Д.І. Могілевич. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2023. – 248 с.
2. Радіотехнічні системи залізничного транспорту: Навчальний посібник / С.В. Панченко, С.І. Приходько, А.О. Єлізаренко, Н.А. Корольова. Харків – УкрДУЗТ. Харків, УкрДАЗТ. 2024. – 143 с.
3. Трубочанінова К.А., Жученко О.С., Лисечко В.П. Бездротові телекомунікаційні технології: Навч. посібник.- Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 86с.
4. Супутникові системи зв'язку і навігації: Навчальний посібник / І.М. Срібна, Є.І. Махонін, Г.М. Власенко, Л.А. Кирпач. – К.:ДУТ, 2019 – 123 с.
5. Пілінський В.В. Технічна електродинаміка та поширення радіохвиль / В.В. Пілінський. – К. : НТУ України «КПІ», 2014.- 336 с.
6. Системи рухомого зв'язку. Навчальний посібник / О. О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Белов. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 185 с.
7. Планування та електромагнітна сумісність в безпроводових інфокомунікаціях / М.Ю. Ільченко, Т.М. Наритнік, С.В. Капштик, Г.Л. Авдєєнко, В.І. Корсун, В.І. Присяжний. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 275 с.
8. Ніколаєнко Б.А., Пелешок Є.В. Сучасні супутникові системи зв'язку: навч. посібник / Б.А. Ніколаєнко, Є.В. Пелешок. – К.: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022 .- 146 с.
9. Єлізаренко А.О. Перспективні напрямки розвитку залізничного технологічного радіозв'язку: Конспект лекцій / А.О. Єлізаренко– Х .: УкрДУЗТ , 2019 .- 45 с.
10. Єлізаренко А.О. Моделі поширення радіохвиль в каналах рухомого радіозв'язку: конспект лекцій / Харків.: УкрДУЗТ, 2017 .- 57 с.

Додаткова література:

1. Mitola .J III, "Cognitive Radio: Making Software Radios More Personal"[Text]/ J. Mitola III, G. Q. Maguire Jr. IEEE Pers. Commun., vol. 6, no. 4, Aug. 1999. pp. 13-185: В'. А. Fette, Ed., Cognitive Radio Technology, Elsevier, 2006.
2. Mitola.J”Cognitive Radio Architecture: The Engineering Foundations of Radio XML” [Text]/ J. Mitola: Wiley 2006, Hardcover, 473 pages, ISBN 978-0-471-74244-9.
3. Lysechko, V. P., Sadovnykov, B. I., Komar, O. M., & Zhuchenko O. S. (2024). A Research of the Latest Approaches to Visual Image Recognition and Classification. Radio Electronics, Computer Science, Control, (1), 140. <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2024-1-13> (Web Of Science – 2024)
4. Lysechko V. P., Komar O. M., Bershov V. S., Veklych O. K. Optimization of the Parameters of Synthesized Signals Using Linear Approximations by the Nelder-

Mead Method. 2024, National University «Zaporizhzhia Polytechnic». Radio Electronics, Computer Science, Control, 3 (70), P. 35-43
DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2024-3-4> (Web Of Science – 2024).

5. Правила організації та розрахунку мереж поїзного радіозв'язку. Затверджені наказом Державної адміністрації залізничного транспорту України від 09.06.2009 №340-Ц. – 123 с.

6. Єлизаренко А.О. Розрахунок зон обслуговування мереж залізничного технологічного радіозв'язку: методичні вказівки до практичних занять – Харків: УкрДУЗТ, 2023. – 67 с.

7. <http://metod.kart.edu.ua/>

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Перелік обладнання: Мультимедійний проєктор, мультимедійна дошка, комп'ютери зі встановленим відповідним програмним забезпеченням, монітори, спеціалізовані стенди, комплекс обладнання стільникової системи радіозв'язку, обладнання систем технологічного радіозв'язку залізничного транспорту.

ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ

ПІБ розробника: Єлизаренко Андрій Олександрович

Контактна інформація: 096-086-78-04

email: yelizarenko.andrii@kart.edu.ua;

elizarenko1@ukr.net

ВНЕСЕННЯ ЗМІН (ДАТА, СУТЬ, ПІДПИС)

Зміни у РПОК внесені за результатами пропозицій стейкхолдерів після громадського обговорення освітньої програми «Телекомунікації та радіотехніка» на засіданні кафедри транспортно зв'язку протокол № 01 від 01.09.2025.