

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

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ СИНХРОНІЗАЦІЯ В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

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: Індик С.В., к.т.н., доцент 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: Індик Сергій Володимирович

Контактна інформація: 066-912-30-17

email: indyk.serhii@kart.edu.ua

Час консультацій: середа 15.00-16.30

Форми зв'язку: Zoom:

<https://us04web.zoom.us/j/4462317990?pwd=NUc0TkJEZFhSaGlIN1B5alQ5QytRUT09>

Ідентифікатор конференції: 446 231 7990

Код доступу: 01

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 синхронізації в інфокомунікаційних мережах, методів забезпечення тактової та фазової синхронізації, аналізу впливу параметрів синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі, а також здатності до розроблення та оптимізації підсистем синхронізації в сучасних телекомунікаційних системах.

Завдання освітньої компоненти:

- ознайомити здобувачів з теоретичними основами синхронізації в цифрових системах передачі інформації, видами синхронізації, методами тактової синхронізації, принципами побудови систем синхронізації та їх параметрами;
- сформувати здатність аналізувати вплив підсистеми синхронізації на завадостійкість цифрових систем, досліджувати параметри синхронізації, застосовувати методи синтезу пристроїв синхронізації та методи оцінювання якості синхронних каналів;
- розвинути навички проведення наукових досліджень у сфері синхронізації, оптимізації цифрових систем передачі за умовними критеріями завадостійкості та надійності, розроблення методів компенсації джитера та вандера і прийняття обґрунтованих інженерних рішень.

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 напрямках 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 «Перспективні телекомунікаційні та інформаційні технології» сприяє реалізації Цілей сталого розвитку (ЦСР), формуючи у здобувачів здатність до дослідження та оптимізації процесів синхронізації в цифрових телекомунікаційних системах, що є критично важливим для забезпечення надійності, якості та ефективності функціонування сучасних інфокомунікаційних мереж. Ключові елементи цієї компоненти інтегруються з ЦСР:

1) зміст освітньої компоненти включає теми з методів синхронізації в цифрових системах передачі інформації, синхронної цифрової ієрархії (SDH), аналізу впливу джитера та вандера, методів оцінювання якості синхронних каналів, а також оптимізації параметрів цифрових систем передачі, що сприяє підвищенню надійності та ефективності телекомунікаційної інфраструктури;

2) цілі сталого розвитку корелюють з методами навчання:

науково-дослідницький підхід: дослідження процесів синхронізації та їх впливу на завадостійкість систем;

аналітичний підхід: застосування методів системного аналізу для оцінювання параметрів синхронізації;

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

3) завданнями освітньої компоненти передбачено:

сформуванню здатність до аналізу та синтезу підсистем синхронізації;

навчити застосовувати методи оцінювання впливу джитера та вандера на якість систем;

розвивати навички оптимізації параметрів цифрових систем передачі

інформації;

4) очікувані результати навчання узгоджуються з цілями сталого розвитку та передбачають здатність розробляти ефективні методи синхронізації, підвищувати завадостійкість і функціональну надійність телекомунікаційних систем, оптимізувати використання ресурсів каналів зв'язку та забезпечувати розвиток сучасних інфокомунікаційних технологій.

ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Модуль 1. Теоретичні основи синхронізації.

ТЕМА 1. «Принципи та методи синхронізації в цифрових системах передачі». Поняття та види синхронізації, тактова і фазова синхронізація, принципи побудови систем синхронізації, параметри синхронізації, синхронна цифрова ієрархія (SDH), джерела похибок синхронізації.

Модуль 2. Аналіз та оптимізація систем синхронізації.

ТЕМА 2. «Вплив джитера та вандера на якість цифрових систем передачі». Поняття джитера і вандера, їх класифікація, причини виникнення, методи вимірювання та оцінювання, вплив на завадостійкість та якість передачі інформації.

ТЕМА 3. «Методи синтезу та оптимізації підсистем синхронізації». Методи побудови та синтезу пристроїв синхронізації, оцінювання якості синхронних каналів, підходи до компенсації джитера та вандера, оптимізація параметрів систем синхронізації.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Види завдань:

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

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Словесні: лекції, пояснення, бесіди, дискусії.

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

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН СЕМЕСТР 3 (ДЕННА / ЗАОЧНА ФОРМА)

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Лабораторні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
1	Тема 1. Принципи та методи синхронізації в цифрових системах передач.	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. Вплив джитера та вандера на якість цифрових систем передачі.	2/-	10/-	-/-	32/-	44/-
2	Тема 2. Методи синтезу та оптимізації підсистем синхронізації.	2/-	10/-	-/-	34/-	46/-
	Всього	4/-	20/-	-/-	66/-	90/-

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 руки»; 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 синхронізації в телекомунікаційних системах.
2. Види синхронізації та їх характеристика.
3. Тактова синхронізація та її особливості.
4. Фазова синхронізація в цифрових системах передачі.
5. Принципи побудови систем синхронізації.
6. Параметри синхронізації та їх характеристика.
7. Джерела похибок синхронізації.
8. Синхронна цифрова ієрархія (SDH) та її роль у системах зв'язку.
9. Архітектура систем синхронізації в SDH.
10. Поняття джитера та його основні характеристики.

11. Класифікація джитера.
12. Причини виникнення джитера в цифрових системах.
13. Методи вимірювання джитера.
14. Вплив джитера на якість передачі інформації.
15. Поняття вандера та його відмінність від джитера.
16. Причини виникнення вандера.
17. Методи оцінювання вандера.
18. Вплив вандера на функціонування телекомунікаційних систем.
19. Методи підвищення завадостійкості систем синхронізації.
20. Оцінювання якості синхронних каналів.
21. Методи аналізу систем синхронізації.
22. Основи синтезу пристроїв синхронізації.
23. Структурні схеми пристроїв синхронізації.
24. Алгоритми синхронізації в цифрових системах.
25. Методи компенсації джитера.
26. Методи компенсації вандера.
27. Оптимізація параметрів систем синхронізації.
28. Вплив синхронізації на завадостійкість систем передачі.
29. Методи підвищення надійності систем синхронізації.
30. Сучасні технології синхронізації в телекомунікаційних мережах.
31. Інтеграція систем синхронізації в сучасні інфокомунікаційні мережі.
32. Проблеми синхронізації в пакетних мережах.
33. Методи забезпечення точності синхронізації.
34. Перспективи розвитку систем синхронізації.
35. Інноваційні підходи до синхронізації в телекомунікаціях.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література:

1. 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.
2. Заполовський М. Й. Теорія інформації та кодування / М. Й. Заполовський, 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. Трубочанінова, 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. NCOSE. INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities: 5th ed. – Hoboken: Wiley, 2023. – 416 p.

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 проектор на базі проектора ACER PGD5112, комп'ютер IntelPentium II, монітор Samsung 550 B (клавіатура і миша), комутатори MikroTik DC10- 28-V, АС Line 100-240VАС.

Онлайн: ноутбук ASUS VivoBook з вмонтованою камерою та

мікрофоном.

ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ

ПІБ розробника: Індик Сергій Володимирович

Контактна інформація: 066-912-30-17

email: indyk.serhii@kart.edu.ua

ВНЕСЕННЯ ЗМІН (ДАТА, СУТЬ, ПІДПИС)

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