

Рекомендовано
на засіданні кафедри
транспортного зв'язку
прот. № 1 від 30.08.2024 р.

СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ

СИНХРОНІЗАЦІЯ В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

Освітній рівень третій (доктор філософії)

Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітньо-наукова програма Телекомунікації та радіотехніка

Проведення занять згідно розкладу <http://rasp.kart.edu.ua/>

Команда викладачів:

Лектор:

Індик Сергій Володимирович (кандидат технічних наук, доцент),

Контакти: +38 (057) 730-10-81, e-mail: serhii.indyk@kart.edu.ua

Асистент лектора:

Індик Сергій Володимирович (кандидат технічних наук, доцент),

Контакти: +38 (057) 730-10-81, e-mail: serhii.indyk@kart.edu.ua

Веб сторінка курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>

Дослідження процесів синхронізації в інфокомунікаційних мережах дозволяє провести системний аналіз впливу підсистеми синхронізації на завадостійкість цифрових систем зв'язку, системний аналіз фізичних явищ у системах передачі, системний аналіз техніко-економічних кореляційних зв'язків вартості ФЕ і їхніх технічних параметрів, сформулювати умовний критерій завадостійкості з урахуванням обмеження за піковим рівнем інформаційного і синхронізуючого сигналів при їх передачі для постановки і розв'язання задач оптимізації цифрових систем або за обмеженою загальною смугою пропускання, виявити і обґрунтувати оптимальний для синхроканалу вид кодування інформаційних сигналів, провести системний аналіз впливу джитера та вандера на оптимальне співвідношення енергетичного потенціалу інформаційного та синхронізуючого каналів і спосіб відповідного розрахунку, запропонувати метод оцінювання якості синхронного каналу когерентних систем при використанні системи ФАПЧ з запізнюванням, провести системний аналіз якості засобів боротьби з джитером, запропонувати нові методи розв'язання задач оптимізації ЦСП і їхніх каналів за умовними критеріями максимуму завадостійкості, умовним критерієм функціональної надійності, умовним критерієм точності групового еталона, запропонувати метод і спосіб компенсації систематичної похибки джитера та вандера гармоніки тактової частоти для автоматичного підстроювання часу визначення символу на основі критерію Аббе.

Вивчаючи цей курс, здобувачі досліджуватимуть існуючі методи синхронізації, проводитимуть системний аналіз впливу підсистеми синхронізації на завадостійкість цифрових систем зв'язку, досліджуватимуть методи оцінювання якості синхронного каналу когерентних систем.

Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності здобувачів:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-01).

Здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК-02).

Знання та глибоке розуміння предметної області, розуміння професійної та наукової діяльності (ЗК-03).

Здатність працювати в міжнародному контексті (ЗК-04).

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 (ФК-01).

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-02).

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-03).

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-04).

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-05).

Чому ви маєте обрати цей курс?

Якщо Вас цікавить дослідження процесів синхронізації цифрових систем зв'язку, то Вам потрібно саме це!

Від здобувачів очікується: базове розуміння телекомунікаційних та інформаційних систем та технологій, основ інфокомунікацій та процесів передачі інформації.

Перша частина курсу присвячена дослідженню основних положень про синхронізацію в цифрових системах і мережах передачі інформації, видам синхронізації в цифрових телекомунікаційних системах, методам тактової синхронізації в цифрових мережах передачі інформації, пристроям систем тактової синхронізації та їхнім параметрам, методам синхронної цифрової ієрархії (SDH).

Друга частина курсу присвячена дослідженню завадостійкості ЦСП з урахуванням впливу якості функціонування підсистеми синхронізації, системному аналізу параметрів, що впливають на завадостійкість цифрових систем зв'язку, синтезу пристроїв тактової синхронізації, глобальній оптимізації цифрових систем передачі за умовним критерієм завадостійкості, методам глобальної оптимізації цифрових систем передачі.

Команда викладачів і Ваші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті і особисто – у робочий час.

Огляд курсу

Цей курс, який вивчається з вересня по грудень, та з лютого по червень дає здобувачам глибоке розуміння перспективним телекомунікаційним та інформаційним технологіям, що знаходять застосування у сучасних телекомунікаційних та інформаційних мережах.

Курс складається з лекцій та практичних занять. Курс супроводжується пояснювально-ілюстративним та наочним матеріалом. Здобувачі матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень на заняттях та виконання самостійної роботи.

Схема курсу

Поміркуй	Лекції	Виконай
	Матеріал для самостійної роботи	
	Обговорення на заняттях	
	Практичні заняття	
	Консультації	
	Залік	

Практичні заняття курсу передбачають виконання завдань щодо дослідження методів оптимізації розподілу енергії каналів цифрових систем, оцінювання впливу функціонування підсистем синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі, визначення ймовірності помилкового прийняття рішення про інформаційний символ, визначення ймовірності зриву тактової синхронізації, визначення мінімальної бітової помилки цифрових систем передачі інформації, вплив похибки фазової синхронізації на якість ФАПЧ з синхронним детектором і схемою АРП, впливу рівнів порога й завад на параметри джитера в цифрових системах, впливу вандера на завадостійкість системи передачі інформації, методам та способам компенсації джитера і вандера гармоніки

тактової частоти, розробленню пристроїв синхронізації тактової частоти, здатного компенсувати вплив джитера та вандера гармоніки тактової частоти.

Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<http://metod.kart.edu.ua/>), включаючи навчальний план, матеріали, завдання та правила оцінювання курсу).

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «дистанційне навчання» поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати під час підготовки для обговорення на заняттях. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку наступного заняття. Під час обговорення ми запропонуємо Вам критично поміркувати над тим, як використовуються комп'ютерно-інформаційні технології при побудові інфокомунікаційних системах та мережах залізничного транспорту. Ви повинні бути готовими до дискусій та мозкових штурмів – ми хочемо знати, що Ви думаєте!

Приклади питань для обговорення на заняттях:

- 1) Які параметри каналу впливають на ймовірність помилкового прийняття рішення про інформаційний символ.
- 2) Наведіть відмінності між джитером та вандером.
- 3) У чому полягає принцип фазового детектування сигналів?

Організація навчання

Опис навчальної дисципліни

Кількість кредитів – 6.

Загальна кількість годин вивчення дисципліни – 180.

Кількість годин відведена на проведення лекцій – 6.

Кількість годин відведена на практичну роботу – 30.

Кількість годин відведена на самостійну роботу – 144.

Рік навчання – 2, 3.

Термін викладання – 4,5,6 семестр.

Теми курсу

Тема 1. Основні положення про синхронізацію в цифрових системах і мережах передачі інформації.

Тема 2. Види синхронізації в цифрових телекомунікаційних системах.

Тема 3. Методи тактової синхронізації в цифрових мережах передачі інформації.

Тема 4. Пристрої систем тактової синхронізації та їхні параметри.

Тема 5. Методи синхронної цифрової ієрархії (SDH).

Тема 6. Поняття джитера, його класифікація і причини виникнення.

Тема 7. Завадостійкість ЦСП з урахуванням впливу якості функціонування підсистеми синхронізації.

Тема 8. Системний аналіз впливу джитера фронту і вандера на завадостійкість цифрових систем зв'язку.

Тема 9. Синтез пристроїв тактової синхронізації, що послабляють вплив джитера та вандера гармоніки тактової частоти.

Тема 10. Глобальна оптимізація цифрових систем передачі за умовним критерієм завадостійкості.

Тема 11. Методи глобальної оптимізації цифрових систем передачі.

Лекції та практичні заняття

Список основних лекцій курсу наведений нижче. Пильнуйте за змінами у розкладі.

Теми лекцій.

Основні положення про синхронізацію в цифрових системах і мережах передачі інформації

Види синхронізації в цифрових телекомунікаційних системах.

Методи тактової синхронізації в цифрових мережах передачі інформації.

Пристрої систем тактової синхронізації та їхні параметри.

Методи синхронної цифрової ієрархії (SDH).

Поняття джитера, його класифікація і причини виникнення.

Завадостійкість ЦСП з урахуванням впливу якості функціонування підсистеми синхронізації.

Системний аналіз впливу джитера фронту і вандера на завадостійкість цифрових систем зв'язку.

Синтез пристроїв тактової синхронізації, що послабляють вплив джитера та вандера гармоніки тактової частоти.

Глобальна оптимізація цифрових систем передачі за умовним критерієм завадостійкості.

Методи глобальної оптимізації цифрових систем передачі.

Теми практичних занять.

Дослідження методу оптимізації розподілу енергії інформаційного й синхронізуючого каналів цифрових систем передачі за умовним критерієм мінімальної помилки передачі.

Оцінювання впливу функціонування підсистем синхронізації на завадостійкість цифрових систем передачі.

Визначення ймовірності помилкового прийняття рішення про інформаційний символ.

Визначення ймовірності зриву тактової синхронізації.

Визначення мінімальної бітової помилки цифрових систем передачі інформації при обмеженні за піковою потужністю передавача.

Оптимальний метод і засіб кодування сигналу за критерієм мінімуму похибки каналу синхронізації.

Вплив похибки фазової синхронізації на якість ФАПЧ з синхронним детектором і схемою АРП.

Вплив рівнів порога й завад на параметри джитера в цифрових системах.

Вплив вандера на завадостійкість системи передачі інформації.

Методи та способи компенсації джитера і вандера гармоніки тактової частоти.

Розроблення завадостійкого фазового дискримінатора.

Розроблення пристрою синхронізації тактової частоти, здатного компенсувати вплив джитера та вандера гармоніки тактової частоти.

Правила оцінювання

Методи контролю: усне опитування, поточний контроль, залік. При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ (<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/polojennya-12-2015.pdf>).

Згідно з Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Принцип формування оцінки за модуль у складі залікових кредитів I і II за 100-бальною шкалою показано у таблиці, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати здобувач за різними видами навчального навантаження.

Максимальна кількість балів за модуль		
Поточний контроль	Усне опитування	Сума балів за модуль
До 60	До 40	До 100
Поточний контроль	X семестр	
Практичні заняття	до 40	
Індивідуальне завдання	до 20	
Підсумок	до 60	

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) здобувача, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною 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

Результати навчання

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.

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.

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.

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

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.

Команда викладачів:

[Індик Сергій Володимирович](#) – лектор в УкрДУЗТ. Отримав ступінь к.т.н. за спеціальністю 05.12.02 телекомунікаційні системи та мережі в УкрДУЗТ в 2021 році. Напрямки наукової діяльності: обробка інформації у телекомунікаційних системах та мережах.

Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>

10. Політика курсу:

Курс передбачає роботу в команді.

Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики.

Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін.
Якщо слухач відсутній з поважної причини, він/вона презентують виконані завдання під

час самостійної підготовки та консультації викладача.

Під час роботи над індивідуальним завданням не допустимо порушення академічної

добросовісності.

Презентації та виступи мають бути авторськими оригінальними.