

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

СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРІЯ СИГНАЛІВ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Освітній рівень третій (доктор філософії)

Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма Телекомунікації та радіотехніка Проведення
занять згідно розкладу <http://rasp.kart.edu.ua/> Команда
викладачів:

Лектор:

Лисечко Володимир Петрович (доктор технічних наук, професор),

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

Асистент лектора:

Лисечко Володимир Петрович (доктор технічних наук, професор),

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

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

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

У програмі курсу викладено основні закономірності і сучасні методи передачі інформації та формування і перетворення сигналів у каналах зв'язку, способи математичного описування повідомлень, сигналів і завад, а також принципи багатоканальної передачі і розподілу інформації, оптимізації систем зв'язку та їх технологій на залізничному транспорті. Прищеплення вміння аналізувати інформаційні характеристики завадостійкого кодування й оптимального прийому повідомлень.

Чому ви маєте обрати цей курс?

Якщо Вас цікавлять питання теорії інформації, характеристики інформаційних систем, методів модуляції і передачі сигналів, властивості каналів передачі інформації, що використовуються в системах зв'язку і телекомунікацій, то Вам потрібно саме цей курс!

Від здобувачів очікується: базове розуміння телекомунікаційних систем та мереж, основи формування, передачі та прийняття сигналів, а також обізнаність в питаннях проектування та функціонування телекомунікаційних систем передачі.

Перша частина курсу присвячена елементам теорії сигналів, моделюванню, спектральним та кореляційним характеристикам детермінованих і випадкових сигналів, принципам модуляції сигналів в телекомунікаційних системах передачі, а друга частина курсу – основам теорії інформації та кодування, принципам завадостійкого кодування та основам теорії завадостійкості телекомунікаційних систем передачі дискретних та безперервних повідомлень.

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 один семестр, дає здобувачам здатність формування теоретичних та практичних знань та звичок, що необхідні для грамотного аналізу характеристик сигналів і завад, застосування способів перетворення безперервних сигналів у цифрову форму, способів кодування і модуляції, фільтрації та оптимального прийому сигналів, оцінки параметрів каналів зв'язку, а також для вивчення методів для дослідження характеристик й параметрів сигналів в функціональних елементах каналів зв'язку.

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

Схема курсу

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

Вивчення в лекційному курсі теоретичних основ телекомунікаційних систем передачі доповнюється лабораторними заняттями, метою яких є закріплення теоретичних знань у галузі телекомунікаційних систем передачі.

Метою практичних занять є набуття практичних навичок з інженерних методів розрахунку характеристик та показників телекомунікаційних систем передачі.

Ряд розділів і питань курсу виносяться на самостійне вивчення під керівництвом і контролем викладача.

Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету, 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. Ви повинні бути готовими до дискусій та мозкових штурмів – ми хочемо знати, що Ви думаєте!

Приклади питань для обговорення на заняттях:

- 1) Цифрові методи модуляції
- 2) Моментні (числові) характеристики випадкових процесів.
- 3) Прийом дискретних повідомлень в умовах флуктуації фаз й амплітуд сигналів.

Опис навчальної дисципліни.

Кількість кредитів – 6.

Загальна кількість годин вивчення дисципліни – 180.

Кількість годин відведена на проведення лекцій – 6.

Кількість годин відведена на самостійну роботу – 144.

Рік навчання – 2 та 3.

Термін викладання – 4, 5, 6 семестри.

Теми курсу

Тема 1. Загальні відомості про системи та мережі електрозв'язку.

Тема 2. Математичні моделі повідомлень, сигналів.

Тема 3. Модуляція в системах телекомунікацій та радіотехніки.

Тема 4. Математичні моделі каналів зв'язку.

Тема 5. Інформаційні характеристики джерел повідомлень і каналів зв'язку.

Тема 6. Основи теорії завадостійкості систем передачі дискретних повідомлень.

Тема 7. Завадостійке кодування.

Тема 8. Завадостійкість передачі безперервних повідомлень. **Тема**

9. Принципи багатоканального зв'язку.

Лекції, лабораторні заняття, практичні заняття

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

Теми лекцій.

Вступ. Загальні відомості про системи та мережі електрозв'язку. Інформація, повідомлення, сигнали, як форма уявлення матерії. Системи, канали та мережі зв'язку. Завади та спотворення у каналах зв'язку. Кодування та модуляція. Демодуляція та декодування. Загальні характеристики систем.

Математичні моделі повідомлень, сигналів. Функціональні простори та їх базиси. Спектральний аналіз сигналів на основі рядів Фур'є. Ортогональні функції Радемахера і

Уолша. Дискретизація в часі безперервних сигналів і їх відновлення. Випадкові процеси та їх загальні характеристики. Аналітичний та вузькосмуговий сигнал. Марковські процеси.

Основні види аналогової амплітудної модуляції. Кутова модуляція. Цифрова модуляція гармонічного переносника. Імпульсна модуляція. Модуляція шумової несучої. Енергетичний спектр модульованих сигналів.

Математичні моделі каналів зв'язку. Загальні відомості про канали. Перетворення випадкових сигналів у лінійних каналах з постійними параметрами. Перетворення випадкових сигналів у нелінійних каналах з постійними параметрами. Проходження сигналів через канали зв'язку з випадковими параметрами. Адитивні завади в каналах зв'язку. Квантовий шум в оптичному каналі зв'язку. Моделі безперервних каналів зв'язку. Моделі дискретних каналів зв'язку.

Інформаційні характеристики джерел повідомлень і каналів зв'язку. Загальні відомості про джерела повідомлень і канали зв'язку. Основні поняття теорії інформації. Інформаційні характеристики дискретних каналів зв'язку. Теореми кодування Шеннона для дискретного каналу зв'язку. Потенційні можливості безперервних каналів зв'язку при передачі. Теорема про кодування в безперервному каналі з завадами. Потенційні можливості каналів з багатьма користувачам.

Завадостійке кодування. Основні поняття і визначення. Принцип виявлення і виправлення помилок у завадостійких кодах. Класифікація й основні характеристики завадостійких кодів. Лінійні, блокові коди з виявленням і виправленням помилок. Циклічні коди. Згорткові коди. Застосування завадостійких кодів у системах залізничної автоматики, телемеханіки і зв'язку. Способи підвищення правильності передачі інформації в каналах зв'язку з завадами.

Основи теорії завадостійкості систем передачі дискретних повідомлень. Завдання синтезу оптимальних демодуляторів. Критерії якості й правила прийому дискретних повідомлень. Оптимальні алгоритми прийому при повністю відомих сигналах (когерентний прийом). Прийом сигналів на узгоджений фільтр. Завадостійкість оптимального когерентного прийому. Прийом сигналів з невизначеною фазою (некогерентний прийом). Прийом дискретних повідомлень в умовах флуктуації фаз й амплітуд сигналів. Прийом дискретних повідомлень у каналах із зосередженими за спектром й імпульсними завадами. Завадостійкість прийому дискретних повідомлень в оптичному діапазоні хвиль. Порівняння завадостійкості систем передачі дискретних повідомлень.

Завадостійкість передачі безперервних повідомлень. Критерії завадостійкості прийому безперервних повідомлень. Оптимальна оцінка окремих параметрів сигналу. Оптимальна демодуляція безперервних сигналів. Завадостійкість систем передачі безперервних повідомлень при слабких завадах. Поріг завадостійкості широкосмугового демодулятора. Оптимальна лінійна фільтрація безперервних сигналів. Оптимальна лінійна фільтрація безперервних повідомлень. Загальні відомості про нелінійну фільтрацію. Загальні відомості про цифрову передачу безперервних повідомлень. Завадостійкість імпульсно-кодової модуляції. Кодування з передбаченням.

Принципи багатоканального зв'язку. Багатоканальна система передачі повідомлень. Основні положення лінійної теорії розподілу сигналів. Умова лінійного розподілу сигналів. Основні способи розподілу сигналів. Розподіл сигналів за формою. Системи передачі із шумоподібними сигналами. Комбінаційний розподіл сигналів. Кодовий розподіл сигналів. Використання багатопозиційних сигналів. Кориговальні коди. Використання сигнально-кодових конструкцій. Оптимізація систем зв'язку.

Теми практичних занять.

Розрахунок статистичних характеристик і параметрів інформаційного сигналу.

Розрахунок характеристик і параметрів аналого-цифрового перетворення повідомлення.

Розрахунок характеристик і параметрів сигналів цифрової модуляції.

Оцінка завадостійкості й ефективності прийому сигналів дискретної модуляції.

Розрахунок характеристик і параметрів цифро-аналогового перетворення сигналу (відновленого сигналу).

Інформаційні характеристики джерел повідомлень.

Дискретні та безперервні канали зв'язку.

Передавання і приймання сигналів у системах передачі безперервних повідомлень.

Передавання і приймання сигналів у системах передачі дискретних повідомлень.

Завадостійкі блочні коди.

Багатоканальне передавання повідомлень.

Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) здобувача, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, переводиться 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	<u>Відмінно</u> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	<u>Дуже добре</u> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<u>Добре</u> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	<u>Задовільно</u> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<u>Достатньо</u> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	<u>Незадовільно</u> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<u>Незадовільно</u> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Практичні заняття

Оцінюються за ступенем залученості (до 50 балів) та виконання завдання (до 50 балів). Ступінь залученості визначається рівнем виконання завдань самостійної роботи. Максимальна сума становить 100 балів.

Залік

Підсумковий контроль знань здійснюється шляхом обчислення суми балів за 100-бальною шкалою або проведення заліку шляхом комп'ютерного тестування.

Результати навчання

Результати навчання за даним курсом:

Критично аналізувати сучасні теорії сигналів та обґрунтовано застосовувати математичні моделі для дослідження процесів у телекомунікаційних системах.

Розробляти та адаптувати алгоритми цифрової обробки сигналів, включаючи модуляцію, фільтрацію, спектральний аналіз та виявлення сигналів у складних середовищах передачі.

Планувати та виконувати наукові дослідження з тематики теорії сигналів із використанням сучасного програмного забезпечення, формулювати висновки на основі отриманих даних.

Презентувати результати досліджень у професійному середовищі, зокрема через публікації, конференції та наукові дискусії, з дотриманням академічної доброчесності.

Команда викладачів:

Лисечко Володимир Петрович – лектор в УкрДУЗТ. Отримав ступінь д.т.н. за спеціальністю 05.12.02 телекомунікаційні системи та мережі при Національному авіаційному університеті у 2023 році. Напрямки наукової діяльності: Теорія когнітивних телекомунікаційних мереж. Загальна теорія і практика складних сигналів.

Кодекс академічної доброчесності

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

<https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/06/kodex.pdf>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи здобувачі можуть консультуватися з викладачами та з іншими здобувачами, 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 здобувачами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

Інтеграція здобувачів 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 здобувачів 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/>

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 доброчесності.

Презентації та виступи мають бути авторськими оригінальними.