

Затверджено  
рішенням вченої ради факультету  
інформаційно-керуючих систем та  
технологій  
прот. № 1 від 27.08.2020 р

Рекомендовано  
на засіданні кафедри  
транспортного зв'язку  
прот. № 1 від 27.08.2020 р.

СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ

# ТЕОРІЯ ІНФОРМАЦІЇ ТА КОДУВАННЯ

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 Автоматика та приладобудування

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно – інтегровані технології

Освітня програма Мережеві технології та комп'ютерна техніка

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

Команда викладачів:

Лектор:

Корольова Наталія Анатоліївна (кандидат технічних наук, доцент),

Контакти: +38 (057) 730-10-81, e-mail: [tz@kart.edu.ua](mailto:tz@kart.edu.ua)

Асистент лектора:

Корольова Наталія Анатоліївна (кандидат технічних наук, доцент),

Контакти: +38 (057) 730-10-81, e-mail: [tz@kart.edu.ua](mailto:tz@kart.edu.ua)

Години прийому та консультації: понеділок з 14.10-15.30

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

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

## 1. Анотація курсу

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

## 2. Мета курсу

Навчальна дисципліна має на меті сформувати та розвинути наступні загальні та спеціальні (фахові) компетентності студентів:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК- 2);
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-5);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-6);
- навички здійснення безпечної діяльності(ЗК-8)
- здатність працювати індивідуально, так і в команді (ЗК-10);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК-11);
- здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК-12)
- здатність аргументувати вибір технічних засобів автоматизації на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи і експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування (ФК-8);
- здатність демонструвати знання сучасного рівня та новітніх технологій в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації, а також створення автоматизованих робочих місць оператора на основі SCADA-систем (ФК-9);
- здатність демонструвати спеціальні знання мережевих технологій передавання даних, які застосовують в автоматизованих системах різного рівня та призначення (ФК-11);
- здатність брати участь в проектуванні систем автоматизації, мати базові знання зі змісту і правил оформлення проектних матеріалів, складу та послідовності виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів(ФК-12);
- здатність застосовувати проблемно-орієнтовані методи аналізу, синтезу та оптимізації систем автоматизації, управління виробництвом, життєвим циклом продукції та її якістю у наукових дослідженнях, мати досвід практичного впровадження наукових розробок (ФК-17).

## 3. Чому ви маєте обрати цей курс?

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

Від здобувачів очікується: базове розуміння телекомунікаційних систем та мереж, основи формування, передачі та прийому сигналів, а також обізнаність в питаннях застосування сучасних телекомунікаційних систем передачі.

Перша частина курсу присвячена елементам теорії сигналів, 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 заводостійкого кодування та основам теорії заводостійкості 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.

## 4. Огляд курсу

Цей курс, який вивчається два семестри, дає студентам 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. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень на заняттях.

Схема курсу		
<b>Поміркуй</b>	Лекції	<b>Виконай</b>
	Матеріал для самостійної роботи	
	Обговорення на заняттях	
	Лабораторні заняття	
	Практичні заняття	
	Консультації	
	Екзамен	

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

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.

## 5. Організація навчання

### 5.1. Опис навчальної дисципліни

Кількість кредитів – 9.

Загальна кількість годин вивчення дисципліни – 270.

Кількість годин відведена на проведення лекцій – 60.

Кількість годин відведена на самостійну роботу – 150.

Рік та курс навчання – 2018/2019 та 2019/2020 роки; 2, 3 курси.

Термін викладання – 2 семестри.

### 5.2 Теми курсу за модулями

Елементи теорії сигналів. Моделювання, спектральні та кореляційні характеристики детермінованих і випадкових сигналів.

Модульовані сигнали в системах передачі інформації.

Основи теорії інформації та кодування. Завадостійке кодування.

Основи теорії завадостійкості систем передачі дискретних та безперервних повідомлень. Принципи багатоканального зв'язку.

### 5.3 Тематично-календарний план

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. 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. 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.

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.

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.

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. Коригувальні 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.

#### **Теми лабораторних занять.**

Вимірювання параметрів детермінованих сигналів.

Аналіз спектру періодичних сигналів.

Аналіз процесів дискретизації та відновлення безперервного сигналу.

Дослідження модульованих сигналів.

Дослідження маніпульованих сигналів.

Дослідження характеристик джерела інформації.

Дослідження ефективного кодування.

Дослідження завадостійкостях кодування.

## **5.4 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. Ви повинні бути готовими до дискусій та мозкових штурмів – ми хочемо знати, що Ви думаєте!

Приклади питань для обговорення на заняттях:

- 1) Поясніть принципи функціонування телекомунікаційних мереж.
- 2) Наведіть загальну схему методів мультиплексування сигналів в телекомунікаційних системах.
- 3) Наведіть структуру синхронного транспортного модулю STM-16.

## **5.5 Вимоги викладача**

Система вимог та правил поведінки студентів на заняттях, рекомендації щодо виконання контрольних заходів, присутність на заняттях та академічна активність, що гарантують високу ефективність навчального процесу і є обов'язковою для студента,

визначаються Положенням про організацію освітнього процесу в УкрДУЗТ. Зокрема студенти повинні виконувати вимоги з охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії, протипожежної безпеки, передбачені відповідними правилами та інструкціями; самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю результатів навчання; відвідувати заняття відповідно до розкладу занять або індивідуального графіку.

## 5.6 Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, 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
<b>ВІДМІННО – 5</b>	<b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
<b>ДОБРЕ – 4</b>	<b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<b>Добре</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
<b>ЗАДОВІЛЬНО - 3</b>	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
<b>НЕЗАДОВІЛЬНО - 2</b>	<b>Незадовільно</b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

### Лабораторні заняття

Оцінюються за ступенем залученості (до 15 балів) та виконання завдання (до 15 балів). Ступінь залученості визначається рівнем виконання завдань індивідуальної роботи. Максимальна сума становить 30 балів.

### Практичні заняття

Оцінюються за ступенем залученості (до 15 балів) та виконання завдання (до 15 балів). Ступінь залученості визначається рівнем виконання завдань самостійної роботи. Максимальна сума становить 30 балів.

### Модульний контроль

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (20 питань в тесті). Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.

### Екзамен

Підсумковий контроль знань здійснюється шляхом обчислення середньоарифметичної суми балів двох модульних оцінок за 100-бальною шкалою (без складання екзамену) або проведення екзамену шляхом комп'ютерного тестування або відповідей на питання екзаменаційних білетів.

## **6. Команда викладачів:**

Корольова Наталія Анатоліївна (<http://kart.edu.ua/staff/korolova-natalija-anatoliivna>) – лектор з дисципліни виробничий зв'язок в УкрДУЗТ. Отримала ступінь к.т.н за спеціальністю 05.12.02 телекомунікаційні системи та мережі в УкрДУЗТ у 2002 році. Напрямки наукової діяльності: системи обробки та передачі.

## **7. 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.

## **8. 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/>