

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  
**СУЧАСНІ СИСТЕМИ  
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ**

Рік та семестр навчання для повної форми навчання 3 курс 6 семестр,  
для скороченої форми навчання 2 курс 5 семестр  
Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно – інтегровані технології

Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно – інтегровані технології

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 та принципи дії сучасних систем передачі інформації, перетворення сигналів у каналах зв'язку, використання напрямних ліній, принципи багатоканальної передачі, використання цифрових систем та мереж на залізничному транспорті.

## **2. Мета курсу**

Цілями та завданнями навчальної дисципліни є формування та розвиток здобувачем вищої освіти таких компетентностей: здатність проведення досліджень на відповідному рівні; здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми; здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем з розробки, проектування, конструювання, експлуатації, ремонту, модернізації, утилізації об'єктів телекомунікаційної інфраструктури залізничного транспорту; здатність вирішувати виробничі проблеми у сфері залізничного транспорту, демонструючи розуміння широкого міждисциплінарного інженерного контексту; здатність використовувати в цілому, математичний апарат високого рівня для проектування, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, явищ і процесів на залізничному транспорті.

Програмні результати навчання, що досягаються після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувачем вищої освіти.

Знати та застосовувати принципи дії та основи побудови технічних засобів, систем та мереж загально-технологічного та оперативно-технологічного провідного та радіозв'язку на залізничному транспорті, їх експлуатаційно-технічні та техніко-економічні характеристики, систематизувати принципи побудови та експлуатаційно-технічні можливості застосування сучасних систем телекомунікацій для управління процесами перевезень та експлуатації залізниць.

Вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем та мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного та радіомовлення, згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів автоматизації проектування, в т.ч. створених самостійно.

Вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем та мереж, в тому числі на залізничному транспорті.

## **3. Чому ви маєте обрати цей курс?**

Якщо Вас цікавлять питання теорії інформації, характеристики і параметри сигналів, їх перетворення, інформаційних систем, методів модуляції, властивості каналів передачі інформації, вибір направляючих ліній, а також технічна реалізація засобів телефонії, інтелектуальних мереж, цифрових систем передач, 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 – питанням телекомунікаційних систем та мереж, цифровим системам передачі даних, системам рухомого зв'язку.

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 один семестр, дає студентам здатність формування теоретичних та практичних знань та звичок, що необхідні для грамотного аналізу характеристик сигналів і завад, застосування способів перетворення сигналів, способів кодування і модуляції, дослідження характеристик й параметрів сигналів в функціональних елементах каналів зв'язку, а також оволодіти питаннями розвитку сучасних телекомунікаційних систем в тому числі на залізничному транспорті.

Курс складається з лекцій, практичних та лабораторних робіт. 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	
	Обговорення	
	Модульні тестові завдання	
	Консультації	
	Залік	

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

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

#### 5. Організація навчання

##### Опис навчальної дисципліни

Кількість кредитів – 6.

Загальна кількість годин вивчення дисципліни – 180.

Кількість годин відведена на аудиторних занять – 45.

Кількість годин відведена на самостійну роботу – 135.

Термін викладання – 1 семестр.

##### Теми курсу за модулями

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

Методи модуляції гармонічної несучої неперервними і дискретними сигналами

Системи та мережі телекомунікацій

Оперативно-технологічний зв'язок

## Тематично-календарний план

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

### Теми лекцій.

**Тема 1.** Вступ. Загальні відомості про системи електрозв'язку. Історія розвитку теорії телекомунікацій. Роль вітчизняних та закордонних вчених у розвитку теорії зв'язку. Роль систем телекомунікацій у розвитку залізничного транспорту.

**Тема 2.** . Види повідомлень, сигналів і завад та їх перетворення у каналах зв'язку, представлення компонент сигналу при проекції по базисним функціям. Базиси Корунена – Лоева, вейвлет-базис та інші. Спектральний аналіз детермінованих сигналів.

**Тема 3.** Елементи теорії сигналів. Моделювання і уявлення сигналів, дискретизація та квантування, простір сигналів, сигнали і завади, як випадкові процеси, марківські процеси, теорема Котельникова В.О - Найквіста. Основні характеристики сигналів та їх перетворення. Властивості та параметри аналогових сигналів в часовій і частотній областях. Кореляційний аналіз детермінованих сигналів.

**Тема 4.** Математичні моделі випадкових аналогових та дискретних сигналів, функції їх розподілу. Математичні моделі випадкових сигналів та завад. Гаусів закон при моделюванні сигналів та завад. Кореляційний аналіз випадкових процесів. Аналого – цифрове перетворення випадкових сигналів. Пуассонівський та інші потоки. Математична модель системи масового обслуговування.

**Тема 5.** Проходження випадкових сигналів через лінійне та нелінійне кола. Функції розподілу випадкових процесів на виході лінійних та нелінійних кіл. Диференціальні методи цифрової передачі. Дельта модуляція, диференціальна ІКМ. Поняття про адаптивну ДІКМ.

**Тема 6.** Аналогова модуляція. Призначення, переваги та недоліки різних методів модуляції. Амплітудна модуляція (АМ) та її параметри. Структурні схеми модуляторів та демодуляторів. Частотна (ЧМ) та фазова (ФМ) модуляції, параметри і характеристики ЧМ і ФМ. Структурна схема ЧМ і ФМ-модуляторів і демодуляторів. Завадостійкість ЧМ-сигналів.

**Тема 7.** Дискретна модуляція. Особливості амплітудно-маніпульованих (АМн), частотно-маніпульованих (ЧМн) та фазоманіпульованих (ФМн) сигналів. Засоби формування та прийому маніпульованих сигналів. Структурні схеми 5 маніпуляторів та демодуляторів. Завадостійкість сигналів дискретної маніпуляції. Відносно-фазова маніпуляція (ВФМ) та її особливості.

**Тема 8.** Імпульсна модуляція. Призначення та особливості імпульсної модуляції. Види імпульсної модуляції: амплітудно-імпульсної (АІМ), широтно-імпульсної (ШІМ), фазо-імпульсної (ФІМ), частотно-імпульсної (ЧІМ). Структурні схеми модуляторів та демодуляторів, часові та спектральні характеристики.

**Тема 9.** Багатопозиційні сигнали з АМн, ЧМн, ФМн та ВФМ та комбінованими методами модуляції. Квадратурна амплітудна модуляція. Методи модуляції з мінімальним зсувом, фазовим зсувом; з обмеженим відгуком. Застосування різних методів модуляції в технології xDSL (HDSL,SDSL,ADSL,VDSL).

**Тема 10.** Інформаційні характеристики джерел дискретних повідомлень. Ентропія і її властивості. Продуктивність джерела повідомлень. Ентропія джерел незалежних і залежних повідомлень.

**Тема 11.** Методи обробки сигналів. Загальні відомості про приймання сигналів. Приймання сигналів з накопиченням. Кореляційне приймання. Автокореляційне приймання. Когерентне та некогерентне приймання. Приймання на узгоджений фільтр.

**Тема 12.** Системи електричного зв'язку (телекомунікацій).

Класифікація систем електричного зв'язку за видами повідомлень, які передаються. Системи телефонні, телеграфні, телевізійні та факсимільні передачі даних. Загальна структурна схема системи електричного зв'язку.

**Тема 13.** Класифікація мереж технологічного зв'язку на залізничному транспорті та їх роль в управлінні роботою залізниць.

Типи напрямних ліній: повітряні, кабельні, волоконно-оптичні. Їх можливості і порівняльні характеристики.

**Тема 14.** Комутаційні телефонні станції.

Принципи побудови АТС. Класифікація, структурні схеми та порівняльні характеристики АТС різних систем. Особливості застосування. Принципи роботи АТС цифрового типу SI 2000.

**Тема 15.** Основи багатоканального зв'язку.

Аналогові і цифрові багатоканальні системи передачі. Інтегральні цифрові мережі зв'язку. Цифрові мережі комутації (SDH, PDH). 6

**Тема 16.** Організація оперативно-технологічного зв'язку на залізничному транспорті. Призначення та класифікація мереж. Системи вибіркового виклику. Побудова каналів диспетчерського зв'язку.

**Тема 17.** Станційний оперативно-технологічний зв'язок. Класифікація. Принципи побудови та організація.

**Тема 18.** Мережі технологічного радіозв'язку (РЗ) на залізничному транспорті. Станційний (СРЗ), поїзний (ПРЗ) та ремонтно-оперативний (РОРЗ). Схеми організації, типи залізничних радіостанцій та їх характеристики. Мережі стільникового та транкінгового радіозв'язку. Перспективи розвитку.

### **Теми самостійних робіт.**

Розрахунок статистичних характеристик і параметрів інформаційного сигналу.

Розрахунок спектральних характеристик детермінованих сигналів.

Розрахунок характеристик і параметрів аналого-цифрового перетворення повідомлення.

Розрахунок характеристик і параметрів сигналів цифрової модуляції.

Розрахунок параметрів напрямних систем.

Розрахунок інформаційних характеристик джерел дискретних повідомлень.

Розрахунок параметрів цифрових систем комутації.

Організація цифрових мереж оперативно-технологічного зв'язку.

### **Теми лабораторних занять.**

Вимірювання параметрів детермінованих сигналів.

Аналіз спектру періодичних сигналів.

Аналіз процесів дискретизації та відновлення безперервного сигналу.

Дослідження модульованих сигналів.

Дослідження характеристик джерела інформації.

Дослідження ефективного кодування.

Дослідження цифрових систем передачі SDH, PDH

Вивчення обладнання поїзного диспетчерського зв'язку.

Вивчення апаратури радіозв'язку GSM-R.

## **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:

- Поясніть принципи функціонування телекомунікаційних мереж.

- Наведіть структуру синхронного транспортного модулю STM-16.

- Наведіть приклад використання транкінгової системи.

## 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.

## 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

### Відвідування лекцій

Бали за цю складову не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50 % лекційних занять у модулі без поважних причин. **Максимальна сума становить 15 балів.**

### 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 45 балів.

### Модульний контроль

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

## **Залік**

Підсумковий контроль знань здійснюється шляхом обчислення середньоарифметичної суми балів двох модульних оцінок за 100-бальною шкалою (без складання заліку) або проведення заліку 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 консультиватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, вміннями 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/>