

# УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

## Кафедра транспортного зв'язку

Затверджено рішенням вченої ради  
факультету інформаційно-керуючих  
систем та технологій прот. № 1 від  
29.08.2019 р

Рекомендовано на засіданні кафедри  
транспортного зв'язку прот. № 1 від  
27.08.2019 р.

## СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ СИСТЕМИ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Освітній рівень другий (магістерський)  
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 (кандидат технічних наук, доцент),  
Контакти: +38 (057) 730-10-81, e-mail: [tz@kart.edu.ua](mailto:tz@kart.edu.ua)

Асистент лектора:

Лисечко Володимир Петрович (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>

Харків

## 1. Анотація курсу

Завданням вивчення дисципліни є навчання студентів принципам застосування систем мобільного зв'язку, в тому числі і в умовах залізничного транспорту із використанням сучасних елементів програмного забезпечення при інсталяції, ініціалізації, експлуатації та обслуговуванню сучасних систем мобільного зв'язку.

**Мета** викладання навчальної дисципліни «Системи мобільного зв'язку» полягає у тому, щоб бакалавр у галузі електроніки та телекомунікацій засвоїв теоретичні знання та практичні навички з принципів побудови окремих елементів та систем мобільного зв'язку та методи оцінки їх характеристик, що забезпечать функціонування автоматизованих систем, знав програмне забезпечення, і, з урахуванням цього міг організувати безперебійне функціонування мережевого обладнання.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Системи мобільного зв'язку» є: застосування сучасного програмного забезпечення при інсталяції, ініціалізації, експлуатації та обслуговуванню сучасних систем мобільного зв'язку

### ЗАПЛАНОВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Цілями та завданнями навчальної дисципліни є набуття студентами таких програмних результатів:

Вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних 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 (PH5).

Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем, в тому числі на залізничному транспорті, та систем телевізійного та радіомовлення тощо (PH7).

Вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного та радіомовлення тощо. в тому числі на залізничному транспорті (PH8).

## 2. Мета курсу

**Мета** викладання навчальної дисципліни «Системи мобільного зв'язку» полягає у тому, щоб майбутній фахівець у галузі телекомунікацій та радіотехніки засвоїв теоретичні знання та практичні навички з принципів побудови окремих елементів та систем мобільного зв'язку та методи оцінки їх характеристик, що забезпечать функціонування таких систем, знав спеціалізоване програмне забезпечення, і, з урахуванням цього міг організувати безперебійне функціонування телекомунікаційних мобільних систем.

## 3. Організація навчання

### 3.1. Опис навчальної дисципліни

Кількість кредитів – 9.

Загальна кількість годин вивчення дисципліни – 180.

Кількість годин відведена на проведення лекцій – 60.

Кількість годин відведена на проведення практичних занять – 15.

Кількість годин відведена на проведення лабораторних занять – 30.

Кількість годин відведена на самостійну роботу – 120.

Рік та курс навчання – 2018/19 рік, 3 курс.

Термін викладання – 3, 4 семестри.

## **3.2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **3.2.1 Розподіл лекцій на модулі, змістовні модулі**

#### **Модуль 1.**

**Змістовий модуль 1.** Принципи застосування систем мобільного зв'язку та їх складових частин.

**Тема 1.** Поширення радіохвиль в атмосфері

**Тема 2.** Модуляція сигналів в цифрових системах зв'язку з рухомими об'єктами

**Тема 3.** Організація множинного доступу та дуплексного режиму зв'язку.

**Тема 4.** Компенсація викривлень сигналів на трасі розповсюдження.

**Тема 5.** Транкінгові системи радіозв'язку.

**Тема 6.** Радіоінтерфейс GSM.

#### **Модуль 2.**

**Змістовий модуль 2.** Основи експлуатації систем мобільного зв'язку на основі технологій безпроводового доступу третього, четвертого та п'ятого поколінь.

**Тема 7.** Загальна концепція мобільного зв'язку третього та четвертого поколінь.

**Тема 8.** Технології високошвидкісного радіодоступу.

**Тема 9.** Радіоінтерфейси СМЗ. СМЗ третього та четвертого поколінь.

**Тема 10.** Основи проектування систем зв'язку з рухомими об'єктами

**Висновок.** Радіомережі 5 та 6-го поколінь. Перспективи розвитку систем зв'язку з рухомими об'єктами.

#### **Модуль 3.**

**Змістовий модуль 3.** Принципи побудови радіорелейних систем передачі.

**Тема 11.** Види модуляції, застосовувані в радіорелейних, тропосферних і супутникових системах передачі.

**Тема 12** Проектування РРЛ

**Тема 13** Параметри антен та пасивних ретрансляторів.

**Тема 14** Завади, що впливають на роботу РРЛ, їх характеристики.

**Тема 15** Апаратура РРЛ систем передачі прямої видимості і супутникових систем передачі із ЧРК і ВРК

#### **Модуль 4.**

**Змістовий модуль 4.** Принципи побудови супутникових систем передачі.

**Тема 16.** Організація зв'язку з допомогою штучних супутників Землі

**Тема 17.** Методи забезпечення багатостанційного доступу в системах супутникового зв'язку. Основи систем телебачення.

**Тема 18.** Сигнально-кодові конструкції що використовуються в ССЗ

**Тема 19.** Принципи побудови і основні параметри земних станцій і бортових ретрансляторів

**Тема 20.** Енергетичний розрахунок і оптимізація параметрів супутникових мереж

**Тема 21.** Завадостійкість і електромагнітна сумісність ССЗ

### 3.2.2 Семінарські заняття

Не передбачено **навчальним** планом.

### 3.2.3 Практичні заняття

№ з/п	Назва теми
1	Видача завдання на курсовий проект
2	Розробка схеми організації рухомого зв'язку
3	Вибір топології організації рухомого зв'язку
4	Розрахунок радіопокриття мережі рухомого зв'язку
5	Розрахунок потужності сигналу на вході приймача базової станції
6	Розрахунок потужності сигналу на вході приймача мобільної станції
7	Розрахунок пропускної здатності мережі рухомого зв'язку
8	Оцінка електромагнітної сумісності мережі рухомого зв'язку

### 3.2.4 Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми
1	Дослідження енергетичної сумісності антен, розташованих на одній опорі.
2	Дослідження впливу кодування на пропускну здатність мережі транкінгового зв'язку
3	Дослідження впливу завад на пропускну здатність мережі транкінгового зв'язку
4	Дослідження впливу втрат енергії радіохвиль в атмосфері на пропускну здатність каналу радіоінтерфейсу GSM
5	Дослідження впливу енергетичних характеристик мобільної станції на пропускну здатність радіоканалу зв'язку стандарту GSM
6	Дослідження впливу втрат енергії радіохвиль в атмосфері на пропускну здатність радіоканалу рухомого зв'язку
7	Дослідження впливу характеристик базової станції Eriksson 2202 на пропускну здатність системи мобільного зв'язку
8	Дослідження параметрів мобільної станції мережі рухомого зв'язку

### 1.2.5 Самостійна робота

№	Назва теми
---	------------

з/п	
1	Загальні відомості про телекомунікаційні системи (ТКС). Стисла історія розвитку ТКС та застосування їх на залізничному транспорті. Характеристика діапазону електромагнітних хвиль для ТКС. Структурні схема ТКС.
2	Поширення радіохвиль в атмосфері
3	Модуляція сигналів в цифрових системах зв'язку з рухомими об'єктами
4	Організація множинного доступу та дуплексного режиму зв'язку
5	Компенсація викривлень сигналів на трасі розповсюдження
6	Транкінгові системи радіозв'язку
7	Радіоінтерфейс GSM.
8	Загальна характеристика стандарту GSM (GSM-R)
9	Архітектура радіоінтерфейсу, логічні та фізичні канали.
10	Загальна концепція мобільного зв'язку третього та четвертого покоління
11	Структурована мережева архітектура. Архітектура управління ресурсами. Архітектура каналів UMTS.
12	Сімейство протоколів IEEE 802.11...22. Структура мереж широкопasmового радіодоступу. Концепція застосування. Мережева архітектура.
13	Загальна характеристика протоколів IEEE 802.16-22
14	Основи проектування систем зв'язку з рухомими об'єктами
15	Перспективи розвитку систем телекомунікацій.

### 3.2.6 Індивідуальні завдання

Курсова робота

## 4 ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

**Методи контролю:** Усне опитування, поточний контроль, модульний контроль (тести), захист курсової роботи, залік, іспит. При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ (<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentuvnz/polojennya-12-2015.pdf>).

Згідно Положення 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 студент за різними видами навчального навантаження.

Максимальна кількість балів за модуль		
Поточний контроль	Модульний контроль (Тести)	Сума балів за модуль
До 60	До 40	До 100
Поточний Контроль		1 семестр
Активність на заняттях (Лекціях, практичних, лабораторних).		10

Виконання індивідуального завдання (КР)	100
Здача в строк лабораторних робіт	50
Підсумок	до 60
Поточний Контроль	2 семестр
Активність на заняттях (Лекціях, лабораторних).	10
Виконання індивідуального завдання	-
Здача в строк лабораторних робіт	50
Підсумок	до 60

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, 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
<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

#### 4. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

##### Основна

1. Mitola .J III, "Cognitive Radio: Making Software Radios More Personal"[Text]/ J. Mitola III, G. Q. Maguire Jr. IEEE Pers. Commun., vol. 6, no. 4, Aug. 1999. pp. 13-185: В'. A. Fette, Ed., Cognitive Radio Technology, Elsevier, 2006.
2. Рекомендация МСЭ-R SM.1046-2 [Електронний ресурс]/ [схвалена МСЭ 27.05 2005 р.] – Режим доступу: [<http://www.itu.int/rec/R-REC-SM.1046-2-200605-I/en>]
3. Тихвинский В.О. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура. [Текст] // Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б – Москва: Экотрендз, 2010 – 283с.

##### Допоміжна

1. Климаш М.М. Технології безпроводного зв'язку. М.М. Климаш, В.О. Пелішок, П.М. Михайленич // – Львів, 2007. – 7с.
2. Стеклов В.К. Нові інформаційні технології: Транспортні мережі телекомунікацій. В.К.Стеклов, Л.Н.Беркман // – К.: Техніка, 2004. – 488с.
3. Лисечко В.П. Проектування регіональної мережі супутникового зв'язку. Методичні вказівки до дипломного проектування. В.П. Лисечко, В.М. Харченко, О.П. Батаєв, Ю.Г. Степаненко // – Харків: УкрДУЗТ, 2009.-66с.
4. Немировский Ю.И. Радиорелейные и спутниковые системы передачи. Учебник для электротехнических институтов связи. [Текст] Под ред. Немировского Ю.И., М.: Радио и связь, 1986. – 290 с.
5. Дзыгало А.И. Радиорелейная связь на железнодорожном транспорте. [Текст] / А.И. Дзыгало, А.А. Устинский, А.Л. Комягин, Б.И. Литвинов. Под ред. П.Н. Рамлау. - Учебник для ВУЗов железнодорожного транспорта. – М.: Транспорт. 1980. – 287с.
6. Ипатов В.П. Системы мобильной связи. [Текст] / Под ред. Ипатова В.П. – М.: Горячая линия–Телеком, 2003. – 272 с.
7. Тамаркин В.М. Транкинговые системы радиосвязи/ [Текст] / В.М. Тамаркин, В.Б. Громов, С.И. Ковалев и др. – М.: МЦНТИ, Мобильные коммуникации, 1997.
8. Овчинников А.М. Открытые стандарты цифровой транкинговой связи. [Текст] / А.М. Овчинников, С.В. Воробьев, С.И. Сергеев –М.: МЦНТИ, Мобильные коммуникации, 2000.
9. Пышкин И.М. Системы подвижной радиосвязи [Текст] / И.П.Пышкин. – М.: Радио и Связь, 1986. – 328с.
10. Пышкин И.М. Сухопутная подвижная радиосвязь. В 2 кн. Кн. 1. Основы теории. Кн. 2 . Системы и аппаратура. / [Текст] / И.М. Пышкин, И.И. Дежурный, Р.Т. Пантикян и др.; Под ред. В.С. Семенихина и И.М. Пышкина. –М.: Радио и связь, 1990.
11. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи./ [Текст] / Ю.А. Громаков – М.: Эко-Трендз, 2000.
12. Mitola.J”Cognitive Radio Architecture: The Engineering Foundations of Radio XML” [Text ]/ J. Mitola: Wiley 2006, Hardcover, 473 pages, ISBN 978-0-471-74244-9.

### **Інформаційні ресурси в інтернеті**

1. <http://metod.kart.edu.ua/>
2. <https://jwcn-eurasiipjournals.springeropen.com/>
3. <https://nkrzi.gov.ua/>
4. <http://wireless.ua/>
5. <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1280-15>

Розробники: \_\_\_\_\_ доцент, к.т.н. В.П. Лисечко