

**Міністерство освіти і науки України  
Державний університет телекомунікацій**

**Затверджую”**

Декан факультету ТК \_\_\_\_\_ Коршун Н.В..  
”\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2015 р.

## **НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

**з дисципліни:**

**„Мережі та системи цифрового радіозв'язку і  
радіодоступу нового покоління”**

напряму підготовки:           Радіотехніка

освітньо-кваліфікаційного  
рівня: спеціаліст

**Програму рекомендовано кафедрою:**

Радіотехнологій  
Протокол № \_\_\_\_\_  
від „\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2015 року  
Завідуючий кафедрою

\_\_\_\_\_ Сайко В.Г.

Київ – 2015

## I. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**Предметом навчальної дисципліни є:**

рівень кваліфікації фахівців в галузі управління та організації технічної діяльності в радіотелекомунікаційних організаціях систем та мереж мобільного зв'язку.

**Метою вивчення навчальної дисципліни є:**

забезпечення студентів комплексними знаннями принципів побудови мереж та базових платформ мобільного зв'язку та систем цифрового радіозв'язку нового покоління їх технічних характеристик, особливостей функціонування систем і радіообладнання, яке застосовується при розгортанні відповідних мереж зв'язку, основ проектування та метрологічного забезпечення.

**Завданнями навчальної дисципліни є формування наступних умінь:**

- проводити типове проектування та будівництво базових станцій мереж мобільного зв'язку по вимогам, які задані та початковими даним;
- виконувати інсталяцію, тестування та інтеграцію, а також експлуатацію і технічне обслуговування базових станцій;
- здійснювати розробку метрологічного забезпечення систем та мереж зв'язку та передачі даних;
- планувати та організовувати роботу проектування приладів, систем та мереж зв'язку та передачі даних за технічними завданнями на їхню розробку.

**В результаті вивчення дисципліни студенти повинні**

**ЗНАТИ:**

1. Загальні принципи побудови цифрових мереж стільникового зв'язку. Технічні аспекти підсистеми термінального обладнання мобільного зв'язку GSM.
2. Особливості функціонування мереж зв'язку та передачі даних (GSM, Wi-Fi, Wi-MAX, LTE, GPS, супутниковий зв'язок та телебачення, національна цифрова телемережа Т2) . Технічні рішення та обладнання .
3. Вміти робити висновки із отриманих результатів вимірів та порівнювати їх з заданими параметрами.
4. Основні процедури та система технічного обслуговування в мережах зв'язку та передачі даних. Практичні аспекти експлуатації базових станції різних систем.
5. Системи фіксованого і персонального супутникового радіозв'язку. Територіально-частотне планування.

**ВМІТИ:**

1. Уміти характеризувати безпроводні системи, типові сигнали та завади, оцінювати основні параметри сигналів, аналізувати переваги і недоліки конкретних видів модуляції, проводити розрахунки характеристик сигналів на виході радіоканалів.
2. Уміти аналізувати завадостійкість безпроводних систем з різними видами модуляції та методами приймання, застосовувати теорію лінійного розподілу сигналів.

3. Проводити аналіз архітектури сучасних безпроводних телекомунікаційних мереж, окремих технічних рішень на мережах інфокомунікацій і прогнозувати очікувані результати

### **БУТИ ОЗНАЙОМЛЕНИМ:**

1. Особливості схемотехнічної реалізації мобільних телефонів.
2. Програмування стільникових телефонів.
3. Ознайомлення та вивчення програмного забезпечення ОМТ базової станції.
4. Технічною документацією різних систем передачі даних по радіоканалу.

## **II. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

Дисципліна „Мережі та системи цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління” (МСЦРНП) є курсом поглибленої підготовки студентів і призначається для прискорення адаптації молодих спеціалістів в структурах мобільного радіозв'язку, телебачення та передачі даних.

Базою для вивчення дисципліни „ МСЦРНП ” є курси „Фізика оптичного зв'язку”, „Лінії передачі” „Основи схемотехніки”, „Технічної електроніки” ”Теорія електричних кіл та сигналів”, «Системи радіозв'язку» та інше. Вивчення дисципліни здійснюється на різних видах занять : лекції, практичні заняття та самостійна робота студента. Контроль засвоєння студентами учбового матеріалу виконується індивідуально в процесі навчання , а також при модульному контролі.

На лекціях викладається основний зміст теми, пояснюється положення систем та мереж розповсюдження систем зв'язку. На лекції подається матеріал для мереж стільникового, супутникового зв'язку та передачі даних, розглядаються директиви та тести , які будуть застосовуватись при виконанні відповідних робіт.

Конспект лекцій представляє собою скорочений запис основних положень теми, план якої подається на початку заняття.

Під час проведення лекцій викладач акцентує увагу на пунктах плану та виділяє матеріал, який необхідно засвоїти самостійно. Для кращого засвоєння матеріалу перед лекцією студентам видають схеми, що дають змогу кращого розуміння матеріалу. Використання плакатів під час лекцій дає змогу студентам краще засвоїти викладений матеріал.

На практичних заняттях студенти отримують практичні навички визначення стану обладнання мобільної платформи, визначення відхилення параметрів радіочастотного тракту, ліквідацію таких відхилень користуючись інструкціями та методичними керівництвами.

Дисципліна має два модуля, кожний має наступні завдання:

- модуль 1 – Принципи організаційно-технічної побудови систем та мереж зв'язку. Експлуатація та технічне обслуговування обладнання базових станцій.
- модуль 2 – Організація роботи в системах мобільного зв'язку, супутникового зв'язку та передачі даних. Практичні аспекти розробки проекту будівництва мереж.

*Практичні заняття* сприяють подальшому засвоєнню і закріпленню матеріалу по темах. На практичні заняття відбирається такий навчальний матеріал, який забезпечує практичне використання знань, здобутих на лекціях. Задачі практичних занять, як правило, мають прикладний характер, пов'язаний з апаратурою систем мобільного зв'язку. В кінці заняття викладач виставляє в журнал оцінки і проводить аналіз заняття, на якому відмічає: ступінь підготовленості групи до занять; ступінь засвоєння матеріалу; характерні помилки та їх аналіз; найбільш і найменш підготовлених студентів.

*Самостійна робота* студента, організується у відповідності з навчальною програмою курсу «Базові платформи мобільних систем зв'язку». При цьому студенти мають встановити, які питання програми і в якому обсязі висвітлені в лекції, а які частково залишаються для самостійної роботи. Для полегшення роботи викладач може назвати ці питання, а також рекомендувати основну та додаткову літературу, дати методичні поради. Для самостійної роботи студентів разом з рекомендованою літературою доцільно користуватися електронними версіями підручників, посібників, документів, словників та довідників, підготовленими на кафедрі та представленими в Інтернеті, інформаційній мережі університету або на оптичних дисках.

### III. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

#### III.1. Розподіл навчального часу за семестрами і видами занять

Семестр	Всього годин	Розподіл навчального часу за семестрами і видами занять					Семестр. атестація
		Лекцій	Лабор.	Практичні/ семінари	МК	СРС	
1	47	9	9	9	2	15	Іспит
2	43	9	9	9	2	17	
<b>Усього</b>	<b>90</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>32</b>	

#### III.2. Розподіл навчального часу за розділами, темами і видами занять

Номери та найменування тем	Всього годин	Розподіл навчального часу за семестрами і видами занять				
		Лекцій	Лабор.	Практичні/ семінари	МК	СРС
<b>МОДУЛЬ 1</b>						
<b>Тема 1.</b> Принципи Радіозв'язку.	9	2	2	2		3
<b>Тема 2.</b> Супутниковий зв'язок та телебачення .	9	2	2	2		3
<b>Тема 3.</b> Технологія IEEE 802.11.(Wi-Fi).	9	2	2	2		3
<b>Тема 4.</b> Технологія IEEE 802.16.(Wi-MAX).	9	2	2	2		3
<b>Тема 5.</b> Радіосистема Sennheiser ew 100.	11	2	2	2	2	3
<b>МОДУЛЬ 2</b>						
<b>Тема 6.</b> Національна цифрова телемережа T2.	9	2	2	2		3
<b>Тема 7.</b> GSM зв'язок.	9	2	2	2		3
<b>Тема 8.</b> Системи 4-го покоління LTE.	9	2	2	2		3

<b>Тема 9.</b> Глобальна система позиціонування- GPS .	16	2	2	2	2	8
<b>Усього:</b>	<b>90</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>32</b>

## ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### МОДУЛЬ 1

#### Тема 1. Принципи Радіозв'язку.

Предмет та задачі дисципліни. Радіозв'язок — різновид зв'язку, у котрому носієм інформації є радіохвилі. Радіохвилі — діапазони електромагнітних хвиль. Росповсюдження радіохвиль. Класифікація за довжиною. Радіочастотний ресурс та радіочастотний спектр. Основні принципи технічного налаштування системи радіозв'язку. Основні показники (критерії) надійності. Втрати радіосигналу в приміщенні. Адаптивний прийом.

#### Тема 2. Супутниковий зв'язок та телебачення.

Супутниковий зв'язок — один з видів радіозв'язку, заснований на використанні штучних супутників Землі на яких змонтовані ретранслятори. Супутниковий зв'язок здійснюється між земними станціями, які можуть бути як стаціонарними, так і мобільними. Склад системи супутникового телебачення. Протоколи управління супутниковим обладнанням DiSEqC. Принцип роботи. Діапазони супутникового зв'язку. Супутниковий конвертор.

#### Тема 3. Технологія IEEE 802.11.(Wi-Fi) .

Розвиток технології IEEE 802.11.(Wi-Fi). Основні характеристики. Структура передачі інформації в мережі. Технологія рознесеного прийому Mi-mo. Робочі діапазони частот IEEE 802.11.(Wi-Fi). Топологія побудови мережі та налаштування системи .

#### Тема 4. Технологія IEEE 802.16.(Wi-MAX) .

Розвиток технологій IEEE 802.16.(Wi-MAX). Основні характеристики. Область використання. Вирішення основних завдань. Архітектура мережі та швидкість передачі даних. Робочі діапазони частот IEEE 802.16.(Wi-MAX). Топологія побудови мережі та налаштування системи . Оператори WiMAX в Україні. Обладнання користувача. Відмінності між фіксованим та мобільним варіантом Wi-Max. Недоліки.

### **Тема 5. Радіосистема Sennheiser ew 100.**

Передача аудіо сигналу по радіо каналу. Принцип роботи та налаштування. Радіус дії. Робочий діапазон частот. Пілот Тон. Активні та пасивні радіозавади. Види сигналів (Балансний та не балансний). Squelch- система розпізнання голосу на фоні інших звуків.

## **МОДУЛЬ 2**

### **Тема 6. Національна цифрова телемережа T2.**

Склад системи. Радіус покриття передавача. Недоліки та переваги. Стандарти цифрового ефірного телебачення в різних країнах (DVB-C,S,T). Відмінності та основні характеристики. Цифровий тюнер і САМ-модуль. Розташування передавачів на території України. Недоліки.

### **Тема 7. GSM зв'язок.**

Фази розвитку стандарту GSM. Запровадження та розвиток GSM зв'язку в Україні. Сота базовий елемент стільникової системи. Базові станції. Будова вузлів мережі та їх взаємодія на рівні апаратного забезпечення. Структура мережі на рівні програмного забезпечення. Діапазони частот стандарту GSM : 900, 1800, 1900 МГц. Зона обслуговування GSM.

### **Тема 8. Системи 4-го покоління LTE.**

Фази розвитку, склад системи. Основні характеристики. Область використання. Вирішення основних завдань. Класифікація. Швидкість завантаження та передачі даних. Головна відмінність мереж четвертого покоління від попереднього. Структура мережі. Діапазони частот стандарту LTE. Недоліки. LTE в Україні.

### **Тема 9. Глобальна система позиціонування- GPS.**

Історія впровадження та розвиток технології. Основні характеристики. Область використання. Принцип дії. Склад системи. Визначення положення та швидкості руху об'єкта на поверхні [Землі](#) або в атмосфері. Прийняття та обробка сигналів супутників космічного сегменту GPS системи глобального позиціонування. Недоліки.

## IV. ІНФОРМАЦІЙНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### Список літератури

#### 1. Основна

1. Ли. Уильям Техника подвижных систем // под ред. И.М. Пышкина. – М.: Радио и связь, 1985.
2. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной связи. – М.: Эко-Трейд, 1997.
3. Сукачев Э.А. Сотовые сети радиосвязи с подвижными объектами. Одесса, УГАС, 2000, 119 с.
4. Ратынский М.В. Основы сотовой связи – М.: Радио и связь, 2000.-248 с.
5. Соловьев А.А., Смирнов С.И. Техническая энциклопедия пейджинговой связи. – М.: Эко-Трейд, 1998.
6. Соколов А.В., Андрианов В.И. Альтернатива сотовой связи: транкинговые системы. – БХВ-Петербург, Арлит, 2002, - 448 с.
7. Бабков В.Ю. и др. Передача информации в системах подвижной связи СПб.: СПбГУТ, .: 1999. – 152 с.
8. Бабков В.Ю. и др. Системы связи с кодовым разделением каналов СПб.: СПбГУТ, .: 1999. – 120 с.
9. Системы подвижной связи // под ред. И.М. Пышкина М.: Радио и связь, 1986.
10. Афанасьев В., Горностаев Ю. Эволюция мобильных сетей. М.: Связь и Бизнес.2000, 140 с.
11. Невдяев А.М. Мобильная связь 3-го поколения. М.: Связь и Бизнес 2000, 208 с.
12. Карташевский В.Г. Сети подвижной связи. Эко-Трейд 2001, 301с.
13. Невдяев А.М. Смирнов Персональная спутниковая связь М.: Эко-Трейд ,1998, 216с.
14. Бакланов И. Г. Технологии измерений в современных телекоммуникациях. М.: Эко-Трейд, 1998. с.140
15. Мухин А.М., Чайников Л.С. Системы связи подвижной службы. – Киев, Світ Знань, 2001, - 216 с.
16. Системы радиосвязи. Учебник для вузов / Под ред. Н.И. Калашников. – М.: Радио и связь, 1988. – 352 с.
17. Скляр Б. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение. М.: Изд.дом Вильям, 2003, - 1104с.
18. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на IBM PC. М.: Солон-Пресс, 2005.
19. Сайко В.Г., Сайко А.В. Системы и сети связи с подвижными объектами: Основы частотно-территориального планирования сетей мобильной связи. К.: ГУИКТ, 2005, 88с.
20. Олейник В.Ф., Сайко В.Г., Булгач С.В. Радиотелекоммуникационные технологии мобильных систем: теоретические основы и практическое применение. Том 1. Системы сотовой подвижной радиосвязи// Учебно-методическое пособие. Киев. – ГУИКТ, 2004. – 308с.



21. Олейник В.Ф., Сайко В.Г., Булгач С.В. Радиотелекоммуникационные технологии мобильных систем: теоретические основы и практическое применение. Том 2. Системы профессиональной и спутниковой связи, абонентского радиодоступа // Учебно-методическое пособие. Киев. – ГУИКТ, 2004. – 388с.
22. План використання радіочастотного ресурсу України: Постанова КМ України №815 від 09 червня 2006 року // [www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua) (№588/2006).
23. Матеріали тренінг-центру компанії Ericsson.
24. Головин О.В., Простов С.П. Системы и устройства КВ радиосвязи. М.: Телекомм, 2006. – 598с.
25. Сайко В.Г. Система планирования радиосвязи RPS-2. Методические указания для пользователей программного пакета RPS-2 при планировании радиорелейных, транкинговых и сотовых сетей. – К.: 2006, 36с.
26. Лапшин Е. Си-Би радиосвязь для всех. М.: 1997г.
27. Макаров С.Б. и др. Телекоммуникационные технологии. Введение в технологии. М.: Академия, 256с.
28. Берлин А.Н. Цифровые сотовые системы связи. М.: Эко-Трендз, 2006, 296с.

## **2. Додаткова**

1. Росляков А.В. Общекабельная система сигнализации № 7. М.: Эко-Трейд. 1999.
2. Попов М.: Тодоров Г. Сотовые коммуникации. Киев. 1998 г.
3. Ратынский М.В., Телегин А.В. Телефон в кармане. М.: Радио и связь, 2000. 248 с.
4. Ю. А. Соловьев Системы спутниковой навигации. М.: Эко-Трейд, 2000.268с.
5. Феер К. Беспроводная цифровая связь. М.: Радио и связь 2000, 520 с.