

Додаток 1  
(Ф 03.02 – 110)

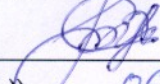
**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний авіаційний університет**

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікації  
Кафедра телекомунікаційних та радіоелектронних систем

УЗГОДЖЕНО

Декан

  
/С. Завгородній/  
«23» 06 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи  
  
«06» 09 2021 р.



Система менеджменту якості

**РОБОЧА ПРОГРАМА**  
**навчальної дисципліни**  
**«Системи мобільного радіозв'язку»**

Освітньо-професійна програма: «Телекомунікаційні системи та мережі»

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»


Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Форма навчання	Сем.	Усього (год. / кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР. 3	Л.З	СРС	ДЗ / РГР / К.р	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна:	6, 7	285 / 9,5	85	—	51	149	ДЗ 6 сем РГР 7 сем	—	Диф.зал. 6 сем. Екз. 7 сем.
Заочна	6, 7, 8	285 / 9,5	14	—	18	253	К.р. 7 сем К.р. 8 сем	—	Диф.зал. 7 сем. Екз. 8 сем.

Індекс: РБ-2-172-1/21-2.1.19

Індекс: РБ-2-172-13/21-2.1.19

**СМЯ НАУ РП 22.06–01–2021**

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Системи мобільного радіозв'язку»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06-01-2021
		стор. 2 з 13	

Робочу програму навчальної дисципліни «Системи мобільного радіозв'язку» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Телекомунікаційні системи та мережі», навчальних планів НБ-2-172-1/21 та НБ-2-172-1з/21 і робочих навчальних планів РБ-2-172-1/21 та РБ-2-172-1з/21 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив  
доцент кафедри \_\_\_\_\_/Тараненко А.Г./

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-професійної програми «Телекомунікаційні системи та мережі», спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» – кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем (випускова), протокол №17 від « 03 » червня 2021 р.

Гарант освітньо-  
професійної програми \_\_\_\_\_/Голубничий О.Г./

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_/Одарченко Р.С./

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій,  
протокол №\_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Голова НМРР \_\_\_\_\_/Кривоносенко О.П./


Рівень документа – 3б  
Плановий термін між ревізіями – 1 рік  
**Врахований примірник №3**



## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	4
<b>1. Пояснювальна записка</b> .....	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни .....	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна .....	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна .....	4
1.4. Міждисциплінарні зв'язки .....	5
<b>2. Програма навчальної дисципліни</b> .....	5
2.1. Зміст навчальної дисципліни .....	5
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля .....	5
2.3. Тематичний план .....	9
2.4. Домашнє завдання .....	10
2.5. Розрахунково-графічна робота .....	10
2.6. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН) .....	10
2.7. Перелік питань для підготовки до екзамену або підсумкової контрольної роботи .....	11
<b>3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни</b> .....	11
3.1. Методи навчання .....	11
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна) .....	11
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет .....	11
<b>4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань та вмінь</b> .....	12



	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Системи мобільного радіозв'язку»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06–01–2021
		стор. 4 з 13	

## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Системи мобільного радіозв'язку» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

### 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

#### 1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни.

Дана навчальна дисципліна, будучи однією з базових дисциплін циклу професійної та практичної підготовки фахівців спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка», є теоретичною основою сукупності знань і вмінь, що формують професійний профіль фахівця в галузі телекомунікаційних систем мобільного радіозв'язку (СМР), з акцентом на принципи побудови і функціонування цих систем. Набуті при вивченні дисципліни знання та вміння дають необхідну базу для отримання освітньої кваліфікації бакалавр з телекомунікацій та радіотехніки.

Метою навчальної дисципліни є розкриття методів побудови та принципів дії СМР різних стандартів, зокрема з частотно-часовим і кодовим доступом персонального обладнання абонента до стаціонарної радіомережі та системи комутації.

Завданнями навчальної дисципліни є:

- оволодіння базовими знаннями з побудови СМР як систем масового обслуговування великої кількості мобільних абонентів;
- дослідження видів каналів передачі інформації в радіоінтерфейсі між абонентом і базовою станцією та в інтерфейсах стаціонарної мережі;
- дослідження методів і алгоритмів встановлення та підтримки зв'язку між абонентами, в тому числі під час руху абонента;
- дослідження методів підвищення швидкості передачі пакетних даних в радіоінтерфейсі з метою впровадження нових телекомунікаційних послуг;
- дослідження принципів розширення спектру радіосигналів та методів кодового розділення каналів зв'язку в радіоінтерфейсі.


#### 1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (у комплексі з іншими освітніми компонентами):

- здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо (ПРН7);
- вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо (ПРН8);
- вміння адміністрування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж (ПРН9);
- вміння діагностувати стан обладнання (модулів, блоків, вузлів) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо (ПРН11);
- вміння використовувати системи моделювання та автоматизації схемотехнічного проектування для розроблення елементів, вузлів, блоків радіотехнічних та телекомунікаційних систем (ПРН12);
- здатність до вибору методів та інструментальних засобів вимірювання параметрів та робочих характеристик телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення та їх елементів (ПРН13);
- знання щодо побудови, функціонування та експлуатації мереж мобільного радіозв'язку, зокрема корпоративних (ПРН19).

#### 1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

У результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент повинен набути таких компетентностей (у комплексі з іншими освітніми компонентами):

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Системи мобільного радіозв'язку»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06-01-2021
		стор. 5 з 13	

-здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі телекомунікацій та радіотехніки, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов (ІК);  
-знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК4);  
-здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації (ФК3);  
-готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів (ФК8);  
-здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, досліду перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки (ФК10);  
-здатність проводити роботи з керування потоками навантаження інформаційно-телекомунікаційних мереж (ФК12).

#### 1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Навчальна дисципліна "Системи мобільного радіозв'язку" базується на знаннях дисциплін: "Теорія інформації, сигнали та процеси в телекомунікаціях та радіотехніці", "Основи електродинаміки та поширення радіохвиль", "Проектування інформаційно-телекомунікаційних та радіотехнічних систем та мереж", "Передавальні та приймальні пристрої та системи", "Системи комутації та розподілу інформації", "Захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах критичних інфраструктур".

Навчальна дисципліна "Системи мобільного радіозв'язку" є базою для вивчення дисциплін (у комплексі з іншими освітніми компонентами): "Технології віртуалізації мережних функцій", "Системи телерадіомовлення та мультимедійні мережі нового покоління", а також для написання у подальшому кваліфікаційної роботи.

## 2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Зміст навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

- навчального модуля № 1 «Системи з частотно-часовим доступом»
- навчального модуля № 2 «Системи з кодовим доступом», кожен з яких є логічною завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

### 2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля

#### Модуль № 1 «Системи з частотно-часовим доступом»

##### Інтегровані вимоги модуля №1:

Студент повинен знати: принципи побудови систем, призначення і структуру мережних номерів, методи частотного і часового розділення сигналів, класифікацію логічних каналів, алгоритми основних мережних операцій, принципи перетворення сигналів, методи передачі пакетних даних, способи підвищення швидкості передачі даних.


Студент повинен вміти: планувати розподіл частотних каналів в зоні обслуговування, аналізувати використання логічних каналів, розраховувати параметри вибору стільника, аналізувати процеси синхронізації в радіоінтерфейсі та регулювання потужності передавачів, обчислювати параметри цифрових сигналів при застосуванні різних методів кодування та модуляції, обчислювати швидкість передачі пакетних даних.

##### Тема 1. Структура системи.

Загальні вимоги до системи стільникового зв'язку. Структура системи, призначення та функції основних структурних елементів. Види інтерфейсів, поняття конфігурації системи. Види мережних зон обслуговування, види та параметри сервісів.

##### Тема 2. Принципи розділення каналів.

Методи доступу в радіоінтерфейсі. Параметри частотних каналів. Загальна структура часових інтервалів, повношвидкісний на напівшвидкісний режими зв'язку. Поняття часового каналу.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Системи мобільного радіозв'язку»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06–01–2021
			стор. 6 з 13

### **Тема 3. Логічні канали.**

Поняття логічного каналу, класифікація каналів трафіка та управління. Суміщення логічних та фізичних каналів у слотах, фреймах, мультифреймах. Передача логічних каналів в гіперфреймі.

### **Тема 4. Вибір стільника.**

Вибір стільника, визначення та розрахунок параметру С1. Принцип прийняття рішення з вибору зони обслуговування. Задача переобрання зони обслуговування. Визначення та розрахунок параметру С2.

### **Тема 5. Синхронізація, регулювання потужності.**

Синхронізація за умов кінцевої довжини захисного інтервалу. Розрахунок необхідного часового зсуву слотів передавачів. Вплив цього зсуву на максимальний розмір зони обслуговування. Оцінювання потужності прийнятого сигналу та його якості. Двоконтурна схема регулювання потужності.

### **Тема 6. Передача обслуговування.**

Процедури та параметри операції хендоверу. Види хендоверу. Функції мережних блоків в процесі хендоверу. Обчислення параметрів для прийняття рішення стосовно передачі обслуговування мобільної станції в інший стільник. Алгоритм хендоверу.

### **Тема 7. Протоколи передачі інформації.**

Протоколи площини користувача, призначені для передачі мови та даних. Протоколи площини сигналізації, призначені для передачі повідомлень управління. Розподілення цих протоколів на три рівня. Мережні задачі для кожного рівня та субрівня. Протоколи та параметри сервісу коротких повідомлень.

### **Тема 8. Протоколи сигналізації.**

Сигналізація в радіоінтерфейсі, а також в інтерфейсах, що з'єднують мережу базових станцій з контролерами, контролери з центрами комутації, центри комутації між собою і з зовнішніми мережами.

### **Тема 9. Сигналізація рівнів L1-L3.**

Несучі сервіси першого рівня: транспортування бітів, корекція помилок, шифрування. Протокол другого рівня, який забезпечує повторну передачу блоків повідомлення, що містять помилки. Протоколи та мережні задачі третього рівня.

### **Тема 10. Мережні операції ч.1.**

Види мережних операцій. Структура узагальненої мережної операції. Процедури та параметри реєстрації місцезнаходження мобільної станції. Процедури та параметри операції оновлення місцезнаходження.

### **Тема 11. Мережні операції ч.2.**

Процедури та параметри операції вихідного виклику. Маршрутизація виклику, який прийшов із зовнішньої мережі. Процедури та параметри операції вхідного виклику. Процедури та параметри операції хендоверу.

### **Тема 12. Мовний кодек.**

Загальна схема перетворень сигналів в стаціонарному та рухомому обладнанні. Структура кодера, основні операції кодування. Короткочасне передбачення, довгочасне передбачення, їхні вихідні параметри. Формування сигналу збудження. Розрахунок характеристик кодера. Структура декодера.

### **Тема 13. Канальний кодек.**

Кодування мовного сигналу в каналі трафіку, розрахунок швидкості передачі. Кодування сигналу даних в каналі трафіку. Кодування в каналах синхронізації та випадкового доступу. Кодування в інших каналах управління. Склад вихідного слова кодера. Зворотні операції в декодері.

### **Тема 14. Модем.**

Метод модуляції з мінімальним зсувом частоти. Структура модулятора. Гаусівська фільтрація цифрового сигналу. Оптимальний прийом двох ортогональних сигналів як основа методу демодуляції. Структура демодулятора, формування вихідного цифрового сигналу.

### **Тема 15. Структура пакетної підсистеми.**

Передача даних з комутацією пакетів, класи сервісу. Види протоколів пакетної передачі. Структура підсистеми забезпечення пакетного режиму. Види несучих сервісів. Параметри якості обслуговування.



### **Тема 16. Протоколи пакетної передачі.**

Мережні операції з підтримки мобільності, установлення сесії за ініціативою сервера або абонента. Маршрутизація пакетів. Протоколи площини передачі. Протоколи площини сигналізації.

### **Тема 17. Пакетний радіоінтерфейс.**

Структура та характеристики пакетного радіоінтерфейсу. Класи пакетного сервісу. Види логічних каналів, схеми кодування і модуляції. Підвищення швидкості передачі даних шляхом зміни параметрів цих схем.

## **Модуль № 2 «Системи з кодовим доступом»**

### **Інтегровані вимоги модуля №2:**

Студент повинен знати: принципи передачі і приймання цифрових даних з використанням кодового розділення, принцип кореляційного приймання, види опорних сигналів у приймачі, побудову стільникової системи, методи мовного і каналного кодування, класифікацію і особливості логічних каналів, методи обслуговування певної кількості абонентів шляхом вибору кодових каналів, принципи перетворення сигналів в різних каналах, способи підвищення швидкості передачі пакетних даних.

Студент повинен вміти: планувати розподіл кодових каналів в зоні обслуговування мобільного оператора, аналізувати використання різних видів опорних послідовностей в заданому кодовому каналі, розраховувати швидкість передачі пакетних даних для певних кодових каналів, визначати параметри вибору стільника, аналізувати процеси синхронізації в радіоінтерфейсі та регулювання потужності передавачів, обчислювати параметри багатоантенної передачі цифрових сигналів, зокрема при застосуванні різних методів розширення спектру радіосигналу.

#### **Тема 1. Принципи кодового розділення сигналів.**

Передача та приймання цифрової інформації з розширенням спектру цифрового сигналу. Передача мови за цим методом в одноканальній системі зв'язку. Перехід до багатоканальної системи, поняття очікуваного сигналу.

#### **Тема 2. Синхронізація сигналів в приймачі.**

Структура кореляційного приймача. Знаходження очікуваного сигналу за умови точної синхронізації вхідного та опорного сигналів. Операції кореляційного приймання: пошук очікуваного сигналу, його виявлення, та формування копії цифрового сигналу, що передається.

#### **Тема 3. Види опорних сигналів.**

Послідовності максимальної довжини, формування цих послідовностей за допомогою регістру зсуву. Послідовності Волша, їхня побудова за допомогою матриці Адамара. Перехід від послідовностей Волша до сигнальних послідовностей.

#### **Тема 4. Структура системи. Мовне кодування.**

Загальна структура системи з кодовим розділенням сигналів, призначення та функції основних блоків. Принцип кодування мови, структура мовного кодера і декодера. Види прямих каналів, їх розподіл в стільнику.

#### **Тема 5. Пілотний канал.**

Функції пілотного каналу. Структурна схема передавача. Короткий код, його використання для формування ортогональних сигналів. Квадратурна модуляція радіосигналу. Кореляційне приймання пілотного каналу.

#### **Тема 6. Вибір стільника.**

Метод побудови множини коротких кодів для використання в зоні обслуговування мобільного оператора. Розподіл цих кодів за умови мінімізації внутрішньо-системних завад. Синхронізація базових станцій за допомогою супутникової навігаційної системи.

#### **Тема 7. Канали синхронізації і виклику.**

Види повідомлень в каналі синхронізації. Структура кодера. Кореляційне приймання каналу синхронізації. Метод синхронізації рухомого обладнання з часовою підсистемою. Види повідомлень в каналі виклику. Структура кодера. Довгий код, синхронізація короткого та довгого кодів.

#### **Тема 8. Прямий канал трафіку.**

Види повідомлень в каналі прямого трафіку. Структура кодера, особливості формування сигналів. Кореляційне приймання каналу трафіку. Сумісна передача інформації трафіку та управління. Одночасна передача всіх видів прямих каналів.



### **Тема 9. Зворотні канали доступу і трафіку.**

Види повідомлень в каналі доступу. Структура кодера. Кореляційне приймання сигналів. Види повідомлень в зворотному каналі трафіку. Структура кодера, ортогональний модулятор, рандомізатор. Одночасна передача всіх видів зворотних каналів.

### **Тема 10. Регулювання потужності. Хендовер.**

Структурна схема швидкодіючого регулювання потужності рухомого обладнання. Контури грубого та точного регулювання. Формування управляючого сигналу в прямому каналі трафіку. Регулювання потужності стаціонарного обладнання. Алгоритми м'якого та жорсткого хендоверу.

### **Тема 11. Система стандарту 3GPP2.**

Принцип синхронного обміну даними на основі використання зовнішнього джерела радіосигналів точного часу. Побудова радіоінтерфейсу з передачею одного несучого сигналу, декількох несучих сигналів, або одного несучого сигналу з розширенням спектру. Комбінування цих методів в прямому та зворотному каналах.

### **Тема 12. Підсистема передачі пакетних даних.**

Перетворення даних: завадостійке кодування, перемежіння, розширення спектру за допомогою опорного сигналу, модуляція. Формування ортогональних кодів змінної довжини для забезпечення постійної швидкості передачі даних. Схеми модуляції та кодування.

### **Тема 13. Протоколи передачі даних.**

Протоколи рівня користувача. Мультиплексування потоків даних. Задачі протоколів рівня сесії. Протоколи рівня з'єднання: управління радіоканалом, управління станом терміналу, маршрутизація пакетів, формування черги на передачу пакетів. Протоколи безпеки та доступу до середовища передачі. Протоколи фізичного рівня.

### **Тема 14. Прямі канали.**

Види прямих каналів: пілотний канал, канал трафіку та управління, канал сигналізації. Схеми модуляції та кодування в каналі трафіку і в каналі управління. Структура каналу сигналізації: канал активності, канал регулювання потужності, канал захоплення бітрейту. Приклад часового мультиплексування прямих каналів.

### **Тема 15. Зворотні канали.**

Структура каналу трафіку: канал даних, канал запиту швидкості передачі, пілотний канал, канал індикації швидкості передачі, канал підтвердження. Схема перетворення повідомлення в модулюючий сигнал. Схеми модуляції та кодування. Структура сигналу доступу.

### **Тема 16. Підвищення швидкості передачі даних.**

Версії системного стандарту. Порівняння параметрів системи початкової і фінальної версій. Параметри модернізованої підсистеми передачі пакетних даних. Підвищення швидкості передачі пакетних даних шляхом агрегації передавачів. Спектральна ефективність системи.

### **Тема 17. Система стандарту 3GPP.**

Функції мережних компонентів. Структура мережі доступу та базової мережі. Поділ базової мережі на домен з комутацією каналів та домен з комутацією пакетів. Модуляція та кодування зі змінною швидкістю передачі даних. Передача з адресацією пакетів.

### **Тема 18. Види каналів.**

Поділ логічних каналів на канали трафіку та управління. Канали трафіку: загальний канал, призначений канал. Канали управління: канал виклику, широкомовний канал, загальний канал, призначений канал. Поділ транспортних каналів на загальні канали та призначені канали. Види фізичних каналів.

### **Тема 19. Перетворення даних.**

Загальна схема та приклад перетворення даних, що формуються на рівні логічних, транспортних та фізичних каналів. Часова структура фізичного каналу. Часове мультиплексування в прямих каналах, кодове мультиплексування в зворотних каналах.


### **Тема 20. Канальні і скремблюючі коди.**

Розширення спектру цифрового сигналу з використанням опорного сигналу та скремблювання даних. Формування ортогональних канальних кодів змінної довжини як засіб забезпечення постійної швидкості передачі радіосигналу. Формування скремблюючих кодів на основі псевдовипадкових послідовностей.

### **Тема 21. Вибір стільника. Доступ до мережі.**

Принципи частотного планування мережі. Види та формування синхрокодів. Взаємодія терміналу та стаціонарної мережі на основі використання первинного та вторинного каналів синхронізації, а також загального пілотного каналу. Метод доступу до мережі з мінімізацією взаємних завад.



	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Системи мобільного радіозв'язку»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06–01–2021
		стор. 9 з 13	

### Тема 22. Види квадратурної модуляції.

Формування та параметри квадратурної модуляції з фазовим зсувом радіосигналу та квадратурної амплітудно-фазової модуляції. Поняття кодового символу. Вплив відстані між терміналом та стаціонарним прийомо-передавачем на параметри адаптації кодування і модуляції.

### Тема 23. Підвищення швидкості передачі даних.

Високошвидкісний пакетний доступ в прямих та зворотних каналах. Використання багатоантенних радіотехнологій передачі та множинного доступу з ортогональним частотним розділенням. Передача за допомогою багатьох несучих радіосигналів. Удосконалення протоколів.

### Тема 24. Рознесена передача радіосигналів.


Принцип багатоантенної передачі радіосигналів як засіб підвищення швидкості та завадостійкості передачі даних. Метод розподілення радіосигналів у просторі та у часі. Структура передавача. Формування двох надлишкових модульованих сигналів. Структура приймача. Управління параметрами передачі з використанням показників якості прийому.

### Тема 25. Транспортна мережа.

Функції транспортної мережі в системі стільникового зв'язку. Порівняння власної транспортної мережі оператора і первинної мережі країни. Види каналів зв'язку в первинній мережі. Особливості оптоволоконних і радіорелейних каналів. Види вторинних мереж. Плезіохронна і синхронна ієрархія цифрових потоків у вторинній мережі.

## 2.3. Тематичний план.

№ пор.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання (ДФН)				Заочна форма навчання (ЗФН)			
		Усього	Лекції	Лабораторні заняття	СРС	Усього	Лекції	Лабораторні заняття	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Модуль №1 «Системи з частотно-часовим доступом»</b>									
		Семестр 6				Семестр 6			
1.1	Структура системи.	5	2	—	3	7	1	—	4
1.2	Принципи розділення каналів.	8	2	2	4	8	1	—	4
1.3	Логічні канали.	5	2	—	3	7 ½	½	—	5
1.4	Вибір стільника.	8	2	2	4	7 ½	½	—	5
1.5	Синхронізація. Регулювання потужності.	5	2	—	3	7 ½	½	—	4
1.6	Передача обслуговування.	8	2	2	4	7 ½	½	—	4
		Семестр 7							
1.7	Протоколи передачі інформації.	5	2	—	3	7 ½	½	—	7
1.8	Протоколи сигналізації.	8	2	2	4	8 ½	½	1	9
1.9	Сигналізація рівнів L1-L3.	5	2	—	3	7 ½	½	—	7
1.10	Мережні операції ч.1.	8	2	2	4	8 ½	½	1	9
1.11	Мережні операції ч.2.	5	2	—	3	7 ½	½	—	8
1.12	Мовний кодек.	8	2	2	4	8 ½	½	1	9
1.13	Канальний кодек.	5	2	—	3	7 ½	½	—	8
1.14	Модем.	8	2	2	4	8 ½	½	1	9
1.15	Структура пакетної підсистеми.	5	2	—	3	7 ½	½	—	8
1.16	Протоколи пакетної передачі.	8	2	2	4	8 ½	½	1	9
1.17	Пакетний радіоінтерфейс.	5	1	1	3	9	1	1	9
1.18	Домашнє завдання / Контрольна (домашня) робота №1	8	—	—	8	8	—	—	8
1.19	Модульна к.р.№1 / Підсумкова семестрова контрольна робота	3	1	—	2	8	—	—	8
<b>Усього за модулем № 1</b>		<b>120</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>69</b>	<b>150</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>134</b>
<b>Модуль №2 «Системи з кодовим доступом»</b>									
		Семестр 7				Семестр 8			
2.1	Принципи кодового розділення сигналів.	4	2	—	2	4 ¼	¼	—	4
2.2	Синхронізація сигналів в приймачі.	7	2	2	3	4	—	—	4
2.3	Види опорних сигналів.	4	2	—	2	4	—	—	4
2.4	Структура системи. Мовне кодування.	7	2	2	3	5 ¼	¼	1	4
2.5	Пілотний канал.	7	2	2	3	6 ¼	¼	1	5

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Системи мобільного радіозв'язку»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06-01-2021
		стор. 10 з 13	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.6	Вибір стільника.	7	2	2	3	6¼	¼	1	5
2.7	Канали синхронізації і виклику.	4	2		2	4	—	—	4
2.8	Прямий канал трафіку.	7	2	2	3	6¼	¼	1	5
2.9	Зворотні канали доступу і трафіку.	7	2	2	3	6¼	¼	1	5
2.10	Регулювання потужності. Хендовер.	7	2	2	3	5¼	¼	1	4
2.11	Система стандарту 3GPP2.	4	2		2	4¼	¼	—	4
2.12	Підсистема передачі пакетних даних.	7	2	2	3	4¼	¼	—	4
2.13	Протоколи передачі даних.	7	2	2	3	4	—	—	4
2.14	Прямі канали.	7	2	2	3	4	—	—	4
2.15	Зворотні канали.	4	2		2	4	—	—	4
2.16	Підвищення швидкості передачі даних.	7	2	2	3	6¼	¼	1	5
2.17	Система стандарту 3GPP.	7	2	2	3	5¼	¼	1	4
2.18	Види каналів.	7	2	2	3	5¼	¼	1	4
2.19	Перетворення даних.	4	2		2	4	—	—	4
2.20	Канальні і скремблюючі коди.	7	2	2	3	6¼	¼	1	5
2.21	Вибір стільника. Доступ до мережі.	7	2	2	3	6¼	¼	1	5
2.22	Види квадратурної модуляції.	7	2	2	3	6¼	¼	1	5
2.23	Підвищення швидкості передачі даних.	4	2		2	5	—	—	5
2.24	Рознесена передача радіосигналів.	7	2	2	3	5	—	—	5
2.25	Транспортна мережа.	5	2		3	5¼	¼	—	5
2.26	Розрахунково-графічна робота / Контрольна (домашня) робота №2	10	—	—	10	8	—	—	8
2.27	Модульна контрольна робота №2.	3	1	—	2	—	—	—	—
<b>Усього за модулем № 2</b>		<b>165</b>	<b>51</b>	<b>34</b>	<b>80</b>	<b>135</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>119</b>
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>285</b>	<b>85</b>	<b>51</b>	<b>149</b>	<b>285</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>253</b>

#### 2.4. Домашнє завдання.

Домашнє завдання (ДЗ) виконується у шостому семестрі, відповідно до затверджених у встановленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студентів з аналізу та розрахунку характеристик СМР, і є важливим етапом у засвоєнні навчального матеріалу.

Конкретна мета ДЗ полягає в аналізі розподілу загальних каналів управління в радіоінтерфейсі, а також в розрахунку параметрів зони обслуговування базової станції, відповідно до індивідуального варіанта.

Виконання, оформлення та захист ДЗ здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій. Час, потрібний для виконання ДЗ — до 8 годин СРС.

#### 2.5. Розрахунково-графічна робота.

Розрахунково-графічна робота (РГР) виконується у сьомому семестрі, відповідно до затверджених у встановленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента з навчальної дисципліни.


Конкретна мета РГР полягає у моделюванні та розрахунку основних характеристик системи мобільного радіозв'язку як системи масового обслуговування багатьох абонентів, і є важливим практичним кроком на шляху комплексного засвоєння навчального матеріалу з даної дисципліни.

Виконання, оформлення і захист РГР здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій. Час, потрібний для виконання РГР — до 10 годин СРС.

#### 2.6. Завдання на контрольну (домашню) роботу (ЗФН).

Контрольні (домашні) роботи (ЗФН) виконуються у сьомому і восьмому семестрах, відповідно до затверджених у встановленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь студента з методів побудови і функціонування СМР з частотно-часовим доступом (сьомий семестр) та з кодовим доступом (восьмий семестр), і є важливим етапом у засвоєнні навчального матеріалу.

Виконання, оформлення та захист контрольної (домашньої) роботи здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій. Час, потрібний для виконання роботи — до 8 годин СРС.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Системи мобільного радіозв'язку»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06-01-2021
		стор. 11 з 13	

### 2.7. Перелік питань для підготовки до екзамену або підсумкової контрольної роботи.

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену та підсумкової контрольної роботи, розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доноситься до відома студентів.

## 3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

### 3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання. Лекційна робота, її рівень у багато чому визначає якість вивчення і розуміння предмету, ефективність проведення інших форм навчальної роботи. Читання лекцій з навчальної дисципліни «Системи мобільного радіозв'язку» відбувається у традиційній формі — у вигляді усного обговорення винесеної на заняття теми для всього потоку слухачів, супроводжуючись задиктовуванням ключових для розуміння теми тезисів, наведенням формул, таблиць і графіків на дошці.

Робота на лабораторних заняттях проводиться у групах (підгрупах) і передбачає розв'язок ситуаційних завдань з використанням прикладного програмного забезпечення для імітаційного математичного моделювання процесів, винесених в якості предмету дослідження.

Навчально-методичний комплекс з дисципліни розміщується у відповідному класі на базі веб-сервісу Google Classroom (<https://classroom.google.com>). Приватний ключ доступу до класу видається викладачем на першому занятті з дисципліни. Через Гугл-клас видаються вихідні дані до передбачених програмою навчальних робіт, проводяться додаткові консультації, відстежується прогрес кожного студента у засвоєнні матеріалів.

### 3.2. Рекомендована література

#### Базова література

- 3.2.1. Кравчук С.О., Голубничий О.Г., Тараненко А.Г., Потапов В.Г., Ткаліч О.П. Системи зв'язку з рухомими об'єктами. — К.: «Спринт-Сервіс», 2012. — 452 с.
- 3.2.2. Тараненко А.Г., Габрусенко Є.І. Системи мобільного зв'язку: методичні рекомендації до виконання домашнього завдання. - К.: НАУ, 2020.-32с.
- 3.2.3. Олійник В.Ф., Кривуца В.Г., Сайко В.Г., Булгач С.В. Системи та мережі цифрового радіозв'язку. – Ніжин, "Аспект-Поліграф", 2011. – 612 с.
- 3.2.4. Воробієнко П.П., Нікітюк Л.А., Резніченко П.І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі. – К.: "Самміт-Книга", 2010. – 640 с.
- 3.2.5. Мазурков М.І., Правда В.І., Баранов П.Ю., Єрмічой І.М., Чечельницький В.Я. Системи телекомунікацій. – Одеса: ТЕС, 2005. – 288 с.

#### Допоміжна література

- 3.2.6. Y.Akaiwa. Introduction to Digital Mobile Communication. Wiley, 2015, pp.643.
- 3.2.7. R.Horak. Telecommunications and Data Communications Handbook. Wiley, 2007, pp.832.
- 3.2.8. Технічна документація виробників телекомунікаційного обладнання.

### 3.3. Інформаційні ресурси в Інтернет

- 3.3.1. <https://www.3gpp.org/>
- 3.3.2. <http://www.3gpp2.org/>
- 3.3.3. <https://www.etsi.org/>
- 3.3.4. <http://www.broadband.org.ua/>
- 3.3.5. <http://celnet.ru/sitemap.html>
- 3.3.5. <http://tks.nau.edu.ua/>

#### 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ

4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1. та 4.2.

Таблиця 4.1.

<b>Модуль №1 «Системи з частотно-часовим доступом»</b>					
Вид навчальної роботи	Макс. кількість балів		Вид навчальної роботи	Макс. кількість балів	
	ДФН 6 сем.	ЗФН 6,7 сем.		ДФН 6 сем.	ЗФН 6,7 сем.
Виконання і захист ЛР № 1.2	8	—	Виконання і захист ЛР № 1.12	8	9
Виконання і захист ЛР № 1.4	8	—	Виконання і захист ЛР № 1.14	8	9
Виконання і захист ЛР № 1.6	8	—	Виконання і захист ЛР № 1.16	8	9
Виконання і захист ЛР № 1.8	8	9	Виконання і захист ЛР № 1.17	8	9
Виконання і захист ЛР № 1.10	8	9			
Виконання і захист ДЗ / КДР№1				16	16
<i>Для допуску до виконання МКР №1 студент ДФН має набрати не менше 52 бали.</i>					
Виконання МКР №1 / ПСКР				12	30
<b>Усього за модулем № 1</b>				<b>100</b>	
<b>Усього за семестр (семестри)</b>				<b>100</b>	

<sup>1</sup> Тут і надалі прийнято наступні аббревіатури: ДФН – денна форма навчання, ЗФН – заочна форма навчання, ЛР – лабораторна робота, ДЗ – домашнє завдання, КДР – контрольна (домашня) робота, МКР – модульна контрольна робота, ПСКР – підсумкова семестрова контрольна робота, РГР – розрахунково-графічна робота.

Таблиця 4.2.

<b>Модуль №2 «Системи з кодовим доступом»</b>					
Вид навчальної роботи	Макс. кількість балів		Вид навчальної роботи	Макс. кількість балів	
	ДФН 7 сем.	ЗФН 8 сем.		ДФН 7 сем.	ЗФН 8 сем.
Виконання і захист ЛР № 2.2	3	—	Виконання і захист ЛР № 2.14	3	—
Виконання і захист ЛР № 2.4	3	3	Виконання і захист ЛР № 2.16	3	3
Виконання і захист ЛР № 2.5	3	3	Виконання і захист ЛР № 2.17	3	3
Виконання і захист ЛР № 2.6	3	3	Виконання і захист ЛР № 2.18	3	3
Виконання і захист ЛР № 2.8	3	3	Виконання і захист ЛР № 2.20	3	3
Виконання і захист ЛР № 2.9	3	3	Виконання і захист ЛР № 2.21	3	3
Виконання і захист ЛР № 2.10	3	3	Виконання і захист ЛР № 2.22	3	3
Виконання і захист ЛР № 2.12	3	—	Виконання і захист ЛР № 2.24	3	—
Виконання і захист ЛР № 2.13	3	—	Виконання і захист РГР	15	—
			Виконання і захист КДР№2	—	10
<i>Для допуску до виконання МКР №2 студент ДФН має набрати не менше 39 балів.</i>					
Виконання і захист МКР №2				14	14
<b>Усього за модулем № 2</b>				<b>80</b>	<b>60</b>
<b>Семестровий екзамен</b>				<b>20</b>	<b>40</b>
<b>Усього за дисципліною</b>				<b>100</b>	

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку (Додаток 3).

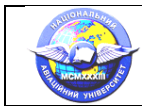
4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума підсумкової семестрової модульної та екзаменаційної рейтингових оцінок у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (Додаток 4).

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента, наприклад, так: 99/відм./А, 88/добре/В, 77/добре/С, 69/задов./D, 66/задов./Е тощо.

4.6. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни визначається як середньоарифметичне з усіх підсумкових семестрових рейтингових оцінок у балах, з наступним її переведенням в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS і занесенням до Додатку до диплома.





(Ф 03.02 – 01)

### АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

### АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище, ім'я, по батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

### АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище, ім'я, по батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

### АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

### УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				