

# РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Системи і мережі мобільного зв'язку
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
<b>Розробник(и)</b>	Шабельник Юрій Михайлович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
<b>Тривалість вивчення навчальної дисципліни</b>	один семестр
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год. Для денної форми навчання 44 год. становить контактна робота з викладачем (16 год. лекцій, 28 год. практичних занять), 106 год. становить самостійна робота.
<b>Мова викладання</b>	Українська

### 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Обов'язкова навчальна дисципліна для освітньої програми "Електронні інформаційні системи"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Вивчення дисципліни "Волоконна та інтегральна оптика"
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

### 3. Мета навчальної дисципліни

Метою курсу є формування здобувачами цілісної системи теоретичних знань та практичних навиків в області телекомунікаційних мереж та мереж мобільного зв'язку та здатності їх використовувати в галузі електроніки при вирішенні задач пов'язаних з передачею інформації та побудові мобільних мереж.

### 4. Зміст навчальної дисципліни

<b>Модуль 1. Загальні принципи побудови мереж</b>
---

<p>Тема 1 Основи побудови мереж мобільного зв'язку</p> <p>Загальна архітектура мобільних мереж. Класифікація мереж, клієнтів, операторів і послуг зв'язку. Стисла характеристика існуючих мобільних технологій</p>
<p>Тема 2 Телекомунікаційна інформаційна мережа</p> <p>Параметри ефективності телекомунікаційної мережі. Інформаційні процеси. Кінцеві системи. Ресурси інформаційної мережі. Інфокомунікаційна мережа</p>
<p>Тема 3 Моделі системного опису мережевої архітектури</p> <p>Поняття архітектури мережі. Моделі топологічної структури. Моделі організаційної структури мережі. Моделі логічної структури мережі. Активне та пасивне обладнання мережі.</p>
<p>Тема 4 Стандарти протокольних моделей</p> <p>Проблеми стандартизації мереж. Еталонна модель OSI/ISO. Промисловий стандарт стека протоколів TCP/IP. Переваги та недоліки моделей ISO/OSI і TCP/IP.</p>
<p><b>Модуль 2. Принципи функціонування мереж</b></p>
<p>Тема 5 Принципи побудови телекомунікацій</p> <p>Сегментний підхід в побудові мереж. Побудова сегментів фізичного рівня. Побудова сегментів каналного рівня. Побудова сегментів мережевого рівня. Узагальнені характеристики сегментів. Поєднання сегментів мережі.</p>
<p>Тема 6 Математичні моделі та методи синтезу і аналізу телекомунікаційних мереж</p> <p>Загальне поняття про задачі синтезу та аналізу. Моделювання зв'язувальної мережі як об'єкта синтезу та аналізу. Задачі про потоки</p>
<p>Тема 7 Задачі синтезу телекомунікаційних мереж</p> <p>Синтез зв'язувальної мережі мінімальної вартості. Визначення оптимального місця розташування опорного вузла в кабельній мережі абонентського доступу. Визначення циклу найменшої довжини для організації транспортного кільця</p>
<p>Тема 8 Задачі аналізу телекомунікаційних мереж</p> <p>Знаходження найкоротшого шляху в зв'язувальній мережі. Визначення множини шляхів заданої транзитності</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Знати основні технології, принципи дії та стандарти систем мобільного зв'язку і структури побудови мереж.
PH2	Знати основні методи розрахунку енергетичних параметрів систем мобільного зв'язку і особливості поширення радіохвиль.
PH3	Розробляти для конкретних умов частотно-територіальний план побудови і оптимальну схему організації мобільного радіозв'язку.

PH4	Оцінювати техніко-економічну ефективність та володіти навичками розрахунку та комп'ютерного моделювання мереж рухомого радіозв'язку.
-----	--

## 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна.  
Для спеціальності 171 Електроніка:

PP1	Реалізовувати проекти модернізації виробництва і технологій у сфері електроніки, впровадження новітніх інформаційних, комунікаційних та мультимедійних технологій.
PP14	Досліджувати електронні процеси в функціональних матеріалах мікро- і наноелектроніки з використанням сучасних програмних засобів моделювання та автоматизації інженерних розрахунків, проведення вимірювань та наукових експериментів з комп'ютерною обробкою і аналізом результатів.
PP15	Проектувати, оцінювати, налагоджувати та впроваджувати у виробництво електронні, сенсорні, волоконно-оптичні прилади і системи та програмне забезпечення для них з урахуванням вимог надійності, економічності, екологічності та енергозбереження.

## 7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

CH6	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
-----	--

## 8. Види навчальних занять

<b>Тема 1. Основи побудови мереж мобільного зв'язку</b>	
Лк1 "Загальні відомості про мобільні мережі" (денна)	Ознайомлення студентів з поняттям "мобільний зв'язок". Історія розвитку телекомунікаційних систем та мереж. Мережі операторів. Мережі підприємств та установ. Відмінність між мережами операторів та сервіс-провайдерів. Технологічні особливості організації корпоративних мереж
Пр1 "Стандарти мобільного зв'язку" (денна)	Вивчення та порівняльна характеристика стандартів мобільного зв'язку. Інфраструктура мережі операторів зв'язку. Ієрархічна структура телекомунікаційної мережі. Характеристики сегментів телекомунікаційної мережі
<b>Тема 2. Телекомунікаційна інформаційна мережа</b>	
Лк2 "Телекомунікаційна мережа та конвергенція мереж, технологій та послуг" (денна)	Параметри ефективності телекомунікаційної мережі. Параметри ефективності телекомунікаційної мережі. Ресурси інформаційної мережі. Параметри оцінки ефективності інформаційної мережі. Глобальна інформаційна інфраструктура

<p>Пр2 "Мультиплексування та комутація" (денна)</p> <p>Ознайомлення студентів з поняттям "Мультиплексування та комутація". Комутація каналів та пакетів. Комутація каналів на основі методів FDM і WDM. Комутація каналів на основі методу TDM</p>
<p>Пр3 "Поширення радіохвиль мобільного зв'язку" (денна)</p> <p>Ознайомлення з принципами поширення радіохвиль в каналі зв'язку, системами прямої та непрямою видимості, впливом атмосферних перешкод на поширення електромагнітних хвиль, послугами мереж мобільного зв'язку та можливої дальністю зв'язку. Розрахунок основних параметрів.</p>
<p><b>Тема 3. Моделі системного опису мережевої архітектури</b></p>
<p>Лк3 "Компоненти і моделі мережевої архітектури" (денна)</p> <p>Поняття архітектури мережі. Топологія фізичних та логічних зв'язків. Елементи моделі організаційної структури. Моделі логічної структури мережі. Активне та пасивне обладнання мережі. Компоненти і моделі фізичної структури мережі</p>
<p>Пр4 "Мережева архітектура. Архітектура TCP/IP" (денна)</p> <p>Вивчення мережевих архітектур. Характеристики і особливості архітектури TCP/IP. Архітектура протоколів TCP/IP. Прикладний рівень. Транспортний рівень. Рівень Інтернет. Рівень доступу до мережі</p>
<p>Пр5 "Методика розрахунку втрат на трасі" (денна)</p> <p>Розрахунок втрат для різних діапазонів частот. Втрати потужності сигналу. Розрахунок запасу рівня сигналу. Розрахунок стандартного відхилення сигналу за місцем і за часом.</p>
<p><b>Тема 4. Стандарти протокольних моделей</b></p>
<p>Лк4 "Переваги та недоліки моделей ISO/OSI і TCP/IP" (денна)</p> <p>Еталонна модель OSI/ISO. Принцип інкапсуляції даних в моделі OSI/ISO. Промисловий стандарт стека протоколів TCP/IP. Переваги та недоліки моделі OSI. Переваги та недоліки моделі TCP/IP</p>
<p>Пр6 "Конструкції кабелів зв'язку" (денна)</p> <p>Вивчення конструкції та типів кабелів зв'язку. Провідники та ізолятори. Побудова кабельного сердечника. Захисні оболонки кабелів. Конструкції зовнішніх провідників коаксіальних кабелів.</p>
<p>Пр7 "Розрахунок енергетичних характеристик мобільної мережі" (денна)</p> <p>Розрахунок втрати на трасі. Визначення потужності передавачів базової станції. Розрахунок балансу потужності на трасі «вгору» і «вниз». Коригування заданої висоти підвісу антени базової станції.</p>
<p><b>Тема 5. Принципи побудови телекомунікацій</b></p>

<p>Лк5 "Сегментний підхід в побудові мереж" (денна)</p> <p>Виокремлення сегментів за масштабом охопленої території. Виокремлення сегментів за технологічною ознакою. Побудова сегментів фізичного рівня. Повнозв'язна топологія. Узагальнені характеристики сегментів. Поєднання сегментів мережі.</p>
<p>Пр8 "Розрахунок параметрів волоконно-оптичних ліній зв'язку" (денна)</p> <p>Розв'язок типових задач на знаходження параметрів волоконно-оптичних ліній зв'язку. Втрати і дисперсія в оптичному кабелі</p>
<p>Пр9 "Визначення параметрів сигналу OFDM" (денна)</p> <p>Параметри передавача OFDM. Обчислення практичної ширини смуги частот, яку займає один підканал, і сумарної смуги частот, яку займають усі канали.</p>
<p><b>Тема 6. Математичні моделі та методи синтезу і аналізу телекомунікаційних мереж</b></p>
<p>Лк6 "Моделі телекомунікаційних мереж" (денна)</p> <p>Математичні моделі телекомунікаційних мереж. Загальне поняття про задачі синтезу та аналізу. Методи аналізу телекомунікаційних мереж. Моделювання зв'язувальної мережі як об'єкта синтезу та аналізу.</p>
<p>Пр10 "Різновиди та конвергенція мереж" (денна)</p> <p>Вивчення поняття "конвергенція мереж". Конвергенція мереж, технологій та послуг. Конвергенція комп'ютерних і телекомунікаційних мереж. Розв'язок типових задач. VoIPтелефонія.</p>
<p>Пр11 "Математична моделі розрахунку покриття траси автобана для міліметрового діапазону" (денна)</p> <p>Ознайомлення з методом розрахунку покриття траси автобана безпроводового мобільного зв'язку для міліметрового діапазону. Математична модель розрахунку максимально допустимої відстані між БС і МТ</p>
<p><b>Тема 7. Задачі синтезу телекомунікаційних мереж</b></p>
<p>Лк7 "Вирішення задач синтезу телекомунікаційних мереж" (денна)</p> <p>Синтез зв'язувальної мережі мінімальної вартості. Визначення оптимального місця розташування опорного вузла в кабельній мережі абонентського доступу. Визначення оптимального місця розташування базової станції в мережі стаціонарного радіодоступу. Визначення циклу найменшої довжини для організації транспортного кільця.</p>
<p>Пр12 "Порівняльна характеристика методів захисту інформації" (денна)</p> <p>Вивчення методів захисту інформації. Фізичні засоби, Апаратні засоби, Програмні засоби, Апаратно-програмні засоби, Криптографічні та організаційні методи</p>
<p><b>Тема 8. Задачі аналізу телекомунікаційних мереж</b></p>

Лк8 "Вирішення задач аналізу телекомунікаційних мереж" (денна) Знаходження найкоротшого шляху в зв'язувальній мережі. Визначення множини шляхів заданої транзитності. Задачі про потоки.
Пр13 "Розрахунок основних параметрів стільникової мережі радіозв'язку" (денна) Розрахунок загальної кількості частотних каналів. Розрахунок розмірності кластера. Розрахунок кількості каналів. Розрахунок необхідної кількості базових станцій.
Пр14 "Моделювання радіопокриття системи GSM на заданій території" (денна) Проведення моделювання радіопокриття системи GSM. Карта розподілу інтенсивності трафіку. Частотні канали для обслуговування абонентів. Пропускна здатність мережі. Визначення кількості базових станцій.

## 9. Стратегія викладання та навчання

### 9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Електронне навчання
МН2	Практикоорієнтоване навчання
МН3	Самостійне навчання
МН4	Навчання на основі досліджень (RBL)

На лекціях здобувачі отримують матеріали щодо фізичних процесів, що відбуваються при передачі та прийомі електромагнітних сигналів, телекомунікаційні технології, принципи роботи та характеристиками основних елементів і вузлів мереж мобільного зв'язку (РН1, РН2). Лекції доповнюються практичними заняттями, які дають можливість закріпити теоретичні навички – проводити розрахунки та проектування мобільних мереж (РН3, РН4). Самостійна робота включає в себе вивчення питань, що стосуються тем курсу, які потребують поглибленої проробки за рекомендованою літературою (РН1, РН2, РН3, РН4).

Дисципліна дозволяє сформувати такі soft skills, необхідні для успішної професійної діяльності: опанування навичок самостійного розв'язання поставлених практичних завдань та здатність до роботи в команді, вчитися і оволодівати сучасними знаннями, застосовувати знання у практичних ситуаціях.

### 9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Електронне навчання у системі Google Classroom
НД2	Виконання практичних робіт
НД3	Підготовка до поточного та підсумкового контролю
НД4	Підготовка курсової роботи

## 10. Методи та критерії оцінювання

### 10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$21 \leq RD < 59$
Можливе одноразове повторне складання	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 20$

### 10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МФО1 Експрес-тестування	Призначені для закріплення теоретичних знань отриманих під час лекційного заняття	Протягом лекції	Google Meet
МФО2 Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань	Призначене для визначення здобувачами вищої освіти своїх проміжних досягнень та їх покращення надалі, та, як правило, не впливає на підсумкову оцінку за дисципліною	Протягом виконання практичних робіт	Google Meet

### 10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Підсумковий контроль: екзамен	Питання іспиту направлені на перевірку отриманих знань протягом вивчення курсу дисципліни	Згідно графіку навчального процесу	Google Meet, Google Classroom
МСО2 Звіт за результатами виконання практичних робіт	Здобувачі вищої освіти готують короткий звіт за результатами виконання практичної роботи	Згідно розкладу	Google Meet, Google Classroom

МСО3 Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)	Проведення проміжного тестового контролю знань	Згідно графіку атестацій	Google Classroom
МСО4 Написання та захист курсової роботи	Курсова робота є невід'ємною частиною навчального плану підготовки фахівця. Метою підготовки курсової роботи є закріплення та поглиблення знань, одержаних студентом під час вивчення дисципліни. Курсова робота є важливим етапом підготовки магістра до майбутньої професійної діяльності, оскільки в ході її виконання здобувачі набувають досвіду комплексного вирішення конкретного фахового завдання.	До кінця весняного семестру	Google Meet, Google Classroom

Контрольні заходи:

		Максимальна кількість балів	Можливість перекладання з метою підвищення оцінки
<b>Перший семестр вивчення</b>		<b>100 балів</b>	
МСО1. Підсумковий контроль: екзамен		<b>40</b>	
		40	Ні
МСО2. Звіт за результатами виконання практичних робіт		<b>28</b>	
	14x2	28	Ні
МСО3. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		<b>12</b>	
		12	Ні
МСО4. Написання та захист курсової роботи		<b>20</b>	
		20	Ні

1. Шкала оцінювання з навчальної дисципліни: R = 100 балів. 2. Розподіл балів за дисципліною: Виконання та звіт за результатами виконання практичних робіт - до 28 балів. Написання атестаційного контролю - до 12 балів. 3. Складання іспиту - до 40 балів. Написання та захист курсової роботи - 20 балів. 4. Умови ліквідації заборгованостей з поточної роботи: перекладання атестаційного контролю студентами, які отримали рейтинговий бал за модульний цикл, що відповідає незадовільній оцінці (менше 40%), проводиться не пізніше двох тижнів після атестаційного. Позитивні оцінки з модульного циклу в цілому та його складових не підвищуються. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни за всіма видами робіт підсумковий бал не може бути менше 60 балів. Якщо отримана сума балів відповідає позитивній оцінці, вона є підсумковою, перекладання позитивної підсумкової оцінки з метою підвищення не здійснюється. Ліквідація академічної



заборгованості здійснюється шляхом повторного складання семестрового контрольного заходу. Отримання допуску при цьому не передбачається.

## 11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 11.1 Засоби навчання

ЗН1	Інформаційно-комунікаційні системи
ЗН2	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі

### 11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Theodore S. Rappaport. Wireless Communications: Principles and Practice, 2nd Edition. New York University, 707 p. (2024).
2	Dordal Peter L. An Introduction to Computer Networks. Release 2.0.4 / Peter L. Dordal. – Loyola University Chicago, 2021. – 936 p.
<b>Допоміжна література</b>	
3	Тарбаєв С.І. Проектування інфокомунікаційних мереж. Навчальний посібник / С.І. Тарбаєв, К.О. Домрачева, В.Ф. Заїка, М.П. Трембовецький. – Київ: ННІТІ ДУТ, 2019. – 186 с.
<b>Інформаційні ресурси в Інтернеті</b>	
4	Wireless Communications for Everybody, Instructors: Kwang-Soon Kim, ChanByoung Chae, Seong-Lyun Kim, Dae-Sik Hong, Song-Kuk Kim, Режим доступу - <a href="https://www.coursera.org/learn/wireless-communications">https://www.coursera.org/learn/wireless-communications</a>

## ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Програма навчальної дисципліни	Усього годин	Навчальна робота, аудиторних годин				Самостійна робота здобувача вищої освіти за видами, годин					
			Усього, ауд. год.	Лекції	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Усього, год.	Самостійне опрацювання матеріалу	Підготовка до практичних занять	Підготовка до лабораторних робіт	Підготовка до контрольних заходів	Виконання самостійних позааудиторних завдань
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>денна форма навчання</b>												
Модуль 1. Загальні принципи побудови мереж												
1	Основи побудови мереж мобільного зв'язку	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
2	Телекомунікаційна інформаційна мережа	7.5	6	2	4	0	1.5	0.5	1	0	0	0
3	Моделі системного опису мережевої архітектури	7.5	6	2	4	0	1.5	0.5	1	0	0	0
4	Стандарти протокольних моделей	7.5	6	2	4	0	1.5	0.5	1	0	0	0
Модуль 2. Принципи функціонування мереж												
1	Принципи побудови телекомунікацій	7.5	6	2	4	0	1.5	0.5	1	0	0	0
2	Математичні моделі та методи синтезу і аналізу телекомунікаційних мереж	7.5	6	2	4	0	1.5	0.5	1	0	0	0
3	Задачі синтезу телекомунікаційних мереж	5	4	2	2	0	1	0.5	0.5	0	0	0
4	Задачі аналізу телекомунікаційних мереж	7.5	6	2	4	0	1.5	0.5	1	0	0	0
Контрольні заходи												
1	екзамен	30	0	0	0	0	30	0	0	0	30	0
Індивідуальні завдання												
1	інші індивідуальні завдання	65	0	0	0	0	65	0	0	0	0	65
<i>Всього з навчальної дисципліни (денна форма навчання)</i>		<i>150</i>	<i>44</i>	<i>16</i>	<i>28</i>	<i>0</i>	<i>106</i>	<i>4</i>	<i>7</i>	<i>0</i>	<i>30</i>	<i>65</i>