

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра безпеки інформації та телекомунікацій

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри

Корнієнко В.І.



«30» серпня 2024р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Сучасні технології бездротового та мобільного зв'язку»

Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Рівень вищої освіти.....	Другий (магістерський)
Освітня програма	Телекомунікації та радіотехніка
Статус	обов'язкова
Загальний обсяг	6 кредитів ЄКТС (180 годин)
Форма підсумкового контролю	іспит
Термін викладання	1-й семестр (1 та 2 чверті)
Мова викладання	українська

Викладачі: проф. Магро В.І. _____

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Сучасні технології бездротового та мобільного зв'язку» для магістрів освітньо-професійної програми «Телекомунікації та радіотехніка» спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. БІТ – Д.: НТУ «ДП», 2024. – 12 с.

Розробник – Магро Валерій Іванович, професор кафедри безпеки інформації та телекомунікацій, кандидат фізико-математичних наук, доцент

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням методичної комісії спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» (протокол № 1 від 30.08.2024).

ЗМІСТ

1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3. ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	4
4. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
5. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	8
5.1 Шкали.....	8
5.2 Засоби та процедури	9
5.3 Критерії.....	10
6. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	11
7. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	11

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі «Телекомунікації та радіотехніка» Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» спеціальності 172 Електроні комунікації та радіотехніка здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф4 «Сучасні технології бездротового та мобільного зв'язку» віднесено такі результати навчання:

РН6	Використовувати сучасні інформаційні технології; використовувати програмні радіотехнічні засоби та засоби телекомунікаційних систем та мереж; застосовувати інформаційні технології в телекомунікаціях та радіотехніці. Самостійно підвищувати свій науково-технічний рівень.
РН9	Проводити наукові дослідження, використовувати методи впровадження інноваційних рішень у професійній діяльності.
РН13	Обґрунтовувати методи побудови та оптимізації телекомунікаційних систем та мереж, радіорелейних та супутникових систем зв'язку, їх параметрів та характеристик.

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо володіння сучасними бездротовими та мобільними технологіями, методами оптимізації структури, параметрів і характеристик телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також використання сучасних програмних радіотехнічних засобів та засобів телекомунікаційних систем та мереж при комп'ютерному проектуванні та аналізі телекомунікаційних систем та мереж, з урахуванням проведених наукових досліджень та методів впровадження інноваційних рішень.

2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Шифр ДРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)
		зміст
РН6	РН6.1 – Ф4	Використовувати сучасні бездротові та мобільні технології; володіти знаннями при програмні засоби в бездротових та мобільних мережах; сучасні інформаційні технології в бездротових та мобільних мережах. Вміти застосовувати інновації на практиці.
РН9	РН9.1 – Ф4	Опанувати методи наукових досліджень, застосовувати методи імплементації інноваційних рішень у професійній практиці.
РН13	РН13.1 – Ф4	Обґрунтовувати вибір методів структурної побудови та покращення характеристик бездротових та мобільних мереж, їхніх параметрів та характеристик.

3 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години			
		денна		заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	90	39	51	8	82
практичні	90	26	64	6	84
лабораторні	-	-	-		
семінари	-	-	-		
РАЗОМ	180	65	115	14	166

4 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	ЛЕКЦІЇ	90
РН6.1 – Ф4 РН13.1 – Ф4	1. Фізичні принципи роботи сучасних цифрових систем телекомунікацій 1.1 Основні елементи цифрової системи телекомунікації 1.2 Шуми процесу дискретизації 1.3 Шум рівномірного квантування 1.4 Шуми нерівномірного квантування та насичення 1.5 Інструментальна похибка перетворення 1.6 Вплив каналу на якість сигналу	14
	2. Фізичне кодування 2.1 Код без повернення до нуля 2.2 Метод біполярного кодування з альтернативною інверсією 2.3 Код з поверненням до нуля 2.4 Дікодна <i>RZ, NRZ</i> 2.5 Коди фазового кодування 2.6 Спектральні характеристики сигналів зв'язку	16
	3. Модуляція 3.1 Базові види смугової модуляції 3.2 Квадратурна фазова маніпуляція <i>QPSK</i> 3.3 Диференціальна квадратурна фазова маніпуляція зі зсувом $\pi/4$ 3.4 Маніпуляція з мінімальним зсувом 3.5 Маніпуляція типу <i>GMSK</i> 3.6 Порівняльний аналіз <i>QPSK, OQPSK, MSK</i>	16
	4. Аналіз каналу зв'язку 4.1 Дистанційне рівняння 4.2 Потужність прийнятого сигналу як функція частоти 4.3 Потужність теплового шуму 4.4 Аналіз бюджету каналу зв'язку 4.5 Енергетичний резерв 4.6 Ефективна температура системи 4.7 Визначення резерву 4.8 Імовірність помилки бінарних модуляцій 4.9 Місце розташування прийому 4.10 Рефракція 4.11 Зони Френеля, відбиття і завмирання сигналу 4.12 Застосування сучасних технологій бездротового та мобільного зв'язку на рухомих об'єктах та об'єктах критичної інфраструктури.	24
	5. Шуми електричних кіл телекомунікаційних пристроїв 5.1 Загальні характеристики шумів 5.2 Тепловий шум 5.3 Дробовий шум	10

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	5.4 1/f-шум 6. Шуми елементів електричних кіл телекомунікаційних пристроїв 6.1 Еквівалентні шумові схеми напівпровідникових компонентів кіл 6.2 Оптимізація коефіцієнта шуму підсилювача 6.3 Шуми антен 6.4 Шумова температура радіоприймальної системи 6.5 Аналіз бездротового каналу зв'язку	10
	ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ	90
РН9. 1 – Ф4	1. Принципи формування цифрового сигналу	44
	1.1 Створення математичної моделі випадкових двійкових послідовностей. Отримання спектрів для кожної реалізації кодів і усереднення по трьох реалізаціях. Розрахунок кореляційної функції для усереднених спектрів кожного коду. 1.2 Побудова математичних моделей етапів формування сигналів смугової модуляції. Дослідження цих сигналів та їх спектральних властивостей. 2. Принципи побудови бездротових та мобільних каналів зв'язку 2.1 Створення математичної моделі подовжнього профілю інтервалів радіорелейної лінії. Побудова подовжнього профілю місцевості та зони Френеля. Побудова профілю інтервалів радіорелейної лінії (включаючи канал зв'язку між рухомими об'єктами та канал зв'язку на об'єктах критичної інфраструктури). 2.2 Розрахунок каналу Релея та каналу Райса. Завади в каналі зв'язку. Багатопроменеве поширення сигналів. Відбиття і завмирання сигналу в мобільному каналі зв'язку.	46
	РАЗОМ	180

5 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень студентів здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до «Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентності відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

5.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

Шкали оцінювання навчальних досягнень студентів НТУ «ДП»

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо студент отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації.

5.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, автономії та відповідальності студента за вимогами НРК до 7-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Здобувач на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам вищої освіти на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

Засоби діагностики та процедури оцінювання

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальне заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	Комплексна контрольна робота (ККР)	визначення середньозваженого результату поточних контролів; виконання ККР під час екзамену за бажанням студента
практичні	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдань під час практичних занять		
		виконання завдань під час самостійної роботи		

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання контрольного завдання.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення середньозваженого значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час екзамену (заліку) має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається середньою оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

5.3 Критерії

Реальні результати навчання здобувача вищої освіти ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії здобувача вищої освіти для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерія використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де a – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення; m – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для магістерського рівня вищої освіти.

Загальні критерії досягнення результатів навчання для 7-го кваліфікаційного рівня за НРК

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<i>Знання</i>		
– спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі знань і є основою для оригінального мислення та проведення	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; – критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94
	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
Уміння/навички		
– спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур; – здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах; – здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності	Відповідь характеризує уміння: – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
Комунікація		
– зрозуміле і недвозначне донесення власних знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються	Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> – правильна; – чиста; – ясна; – точна; – логічна; – виразна; – лаконічна.	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
	<p><i>Комунікаційна стратегія:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – послідовний і несуперечливий розвиток думки; – наявність логічних власних суджень; – доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням; – правильна структура відповіді (доповіді); – правильність відповідей на запитання; – доречна техніка відповідей на запитання; – здатність робити висновки та формулювати пропозиції; – використання іноземних мов у професійній діяльності 	
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69

6 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Технічні засоби навчання. Комп'ютерне та мультимедійне обладнання.

Система керування базами даних MS Office 365, MS Teams. Дистанційна платформа MOODLE. Спеціалізоване програмне забезпечення (Simulink).

7 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Базові

1. Магро В.І. Сучасні технології бездротового та мобільного зв'язку: підручник / В.І. Магро. – Дніпро: Журфонд, 2024. – 140 с.
2. Магро В.І. Сигнали в системах зв'язку: навчальний посібник / В.І. Магро, Д.Ю. Салтиков. Дніпро: РВВ ДНУ, 2020. – 72 с.

3. Навчальний посібник до вивчення курсу «Фізика інформаційно-телекомунікаційних систем». Шуми пристроїв телекомунікацій / О. О. Дробахін, В. І. Магро, В. Д. Рябчій, Д. Ю. Салтиков. – Д.: РВВ ДНУ, 2017. – 80 с
4. Магро В.І. Сигнали та процеси в радіотехніці та зв'язку: підручник / В.І. Магро, О.Ю. Гусев ; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 213 с.
5. Методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни «Фізика інформаційно-телекомунікаційних систем»: навч.-метод. посіб. / В. І. Магро. – Дніпро: Ліра, 2021.– 32 с.

Допоміжні

1. Красовська Ю.О., Магро В.І. Впровадження цифрового телебачення DVB-T2 на 9 каналі в місті Дніпро / Ю.О. Красовська, В.І. Магро // *Радіоелектроніка, інформатика, управління* – 2017. – т.40. - №1. С.7-15. doi: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2017-1-1>.
2. Магро В.І. Метод оцінки часу затримки в процесі потокового мовлення / В.І. Магро, В.О. Святошенко, Д.С. Тимофеев // *Системи обробки інформації*. – 2019 – №4(159). – С. 28-35. doi: <https://doi.org/10.30748/soi.2019.159.03>.
3. Magro V.I. Investigation of information network loading in the condition of remote education and remote monitoring / V.I. Magro, S.V. Plaksin, V.O. Syatoshenko // *Applied questions of mathematical modeling*. – 2021. – vol. 4. – No. 2.1. – 142-149. doi: <https://doi.org/10.32782/KNTU2618-0340/2021.4.2.1.15>.
4. Magro V.I. Building a test and monitoring model in a microservice infrastructure / V.I. Magro, S.V. Plaksin, V.O. Syatoshenko // *Applied questions of mathematical modeling* . – 2021. – vol. 4. – No. 2.1. – P. 150-158. doi: <https://doi.org/10.32782/KNTU2618-0340/2021.4.2.1.16>.
5. Krasovska Y. Minimum delay achievement in video online broadcasting / Y. Krasovska, V.I. Magro, I.I. Zuyenok // *Proc. of the 12th International forum for students and young researchers «Widening our horizons»*, Dnipropetrovsk, April 20-21, 2017. P.32-33. Access mode: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/149548>
6. Konczakowska A., Wilamowski B. M. Noise in semiconductor devices. The industrial electronics handbook. Fundamentals of industrial electronics / ed. by B. M. Wilamowski, J. D. Irwin. 2-nd ed. Boca Raton: CRC Press. 2018. – P. 737.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Сучасні технології бездротового та мобільного зв'язку» для магістрів
спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка

Розробник: Магро Валерій Іванович

Видано
у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» Свідоцтво
про внесення до Державного реєстру ДК № 1842 від 11.06.2004
49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19