


**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Сучасні технології бездротового та мобільного зв'язку»**

	<b>Ступінь освіти</b>	магістр
	<b>Освітня програма</b>	Телекомунікації та радіотехніка
	<b>Тривалість викладання</b>	1, 2чверть
	<b>Заняття:</b>	Осінній семестр
	лекції:	3 години
	практичні заняття:	2 години
	<b>Мова викладання</b>	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП <https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=5454>

Кафедра, що викладає Безпеки інформації та телекомунікацій

Інформація про викладача:



<b>Магро Валерій Іванович</b>	професор, к.ф.–м.н., доцент
<b>Персональна сторінка</b>	<a href="http://b125.nmu.org.ua/staff/magro/">http://b125.nmu.org.ua/staff/magro/</a>
<b>Е-пошта:</b>	<a href="mailto:magro.v.i@nmu.one">magro.v.i@nmu.one</a>

### 1. Анотація до курсу

Завданням курсу є формування цілісної системи знань про використання сучасних технологій бездротового та мобільного зв'язку; використання сучасних програмних радіотехнічних засобів та засобів телекомунікаційних систем та мереж; застосування сучасних інформаційних технологій в телекомунікаціях та радіотехніці.

### 2. Мета та завдання курсу

**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.

### **Завдання курсу:**

- ознайомити здобувачів вищої освіти з базовими принципами фундаментальних знань з сучасних телекомунікацій та радіотехнічних систем; уміння створювати бази даних і використовувати інформаційні ресурси мережі Інтернет тощо;
- ознайомити здобувачів вищої освіти із фундаментальними теоретичними знаннями з математики, фізики, інформатики, телекомунікацій та радіотехніки, які застовуються при дослідженні, проектуванні й експлуатації телекомунікаційних та радіотехнічних систем, їх складових елементів;
- ознайомити здобувачів вищої освіти із плануванням та проектуванням телекомунікаційних та радіотехнічних систем, ліній передачі, їх складових частин, методики проведення відповідних техніко-економічних розрахунків;
- ознайомити здобувачів вищої освіти із застосування принципів функціонування та характеристик систем автоматичного керування і регулювання в телекомунікаційних та радіотехнічних системах, алгоритмів їх адаптації за умов зміни обставин роботи;
- ознайомити здобувачів вищої освіти із обґрунтуванням методів побудови транспортних систем та мереж, радіорелейних та супутникових систем зв'язку, їх параметрів та характеристик, основних технологій передавання та протоколів функціонування;
- ознайомити здобувачів вищої освіти із здійсненням науково-технічного керівництва побудовою, розробкою, реконструкцією, переоснащенням, введенням в експлуатацію телекомунікаційних та радіотехнічних систем;
- ознайомити здобувачів вищої освіти із інноваціями засобів та технологій систем та мереж електронних комунікацій та радіотехніки критичної інформаційної інфраструктури.

### **3. Результати навчання**

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; обґрунтовувати вибір методів структурної побудови та покращення характеристик бездротових та мобільних мереж, їхніх параметрів та характеристик.

### **4. Структура курсу**

#### **ЛЕКЦІЇ**

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
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 *RZ, NRZ*
- 2.5 Коди фазового кодування
- 2.6 Спектральні характеристики сигналів зв'язку
- 3. МОДУЛЯЦІЯ
- 3.1 Базові види смугової модуляції
- 3.2 Квадратурна фазова маніпуляція *QPSK*
- 3.3 Диференціальна квадратурна фазова маніпуляція зі зсувом  $\pi/4$
- 3.4 Маніпуляція з мінімальним зсувом
- 3.5 Маніпуляція типу *GMSK*
- 3.6 Порівняльний аналіз *QPSK, OQPSK, MSK*
- 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.
- 5. ШУМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПРИСТРОЇВ
- 5.1 Загальні характеристики шумів
- 5.2 Тепловий шум
- 5.3 Дробовий шум
- 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

### **ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ**

1. Моделювання фізичного кодування. Спектральні характеристики каналу зв'язку (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).
2. Моделювання модуляції та її видів, принципи, сигнали, типи. Базові методи смугової модуляції. Порівняльний аналіз різних типів модуляції (побудова математичних моделей етапів формування сигналів смугової модуляції; дослідження цих сигналів та їх спектральних властивостей).
3. 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).
4. Розрахунок каналу Релея та каналу Райса. Завади в каналі зв'язку. Багатопроменеве поширення сигналів. Відбиття і завмирання сигналу.

## 5. Технічне обладнання та/або 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).

## 6. Система оцінювання та вимоги

**6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:**

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74 - 89	добре
60 - 73	задовільно
0 - 59	незадовільно

**6.2. Здобувачі вищої освіти можуть отримати підсумкову оцінку з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.**

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Практична частина		Бонус	Разом
	При своєчасному складанні	При несвоєчасному складанні		
55	40	30	5	<b>100</b>

Практичні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи. Теоретична частина оцінюється за результатами здачі іспиту у весняному семестрі. Кожний білет містить 2 питання.

### 6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи

Робота повинна містити розгорнуті відповіді на два питання білету. Якщо робота виконується у дистанційному режимі, то видача номеру білета проходить через систему MS Teams у зазначеній викладачем групі спілкування. В такому режимі виконана робота пишеться вручну, фотографується та відсилається не електронну пошту викладача у впродовж встановленого викладачем часу. За виконану роботу нараховуються бали:

**55 балів** – дана розгорнута відповідь на два питання;

**40 балів** – дана розгорнута відповідь на одне питання, але є помилки при розгляді іншого питання, або є несуттєві помилки у відповідях на два питання;

**25 балів** – дана повна відповідь на одне питання або на два питання зі значними помилками;

**15 балів** – відповідь на одне питання із значними помилками;

**0 балів** – відповіді на питання відсутні або повністю невірні, або робота здана несвоєчасно.

#### **6.4. Критерії оцінювання практичної роботи**

З кожної практичної роботи здобувач вищої освіти отримує запитання з переліку контрольних запитань до роботи.

**5 балів** – Достатня зрозумілість відповіді

**4 бали** – Добра зрозумілість відповіді

**3 бали** – Задовільна зрозумілість відповіді

**0 балів** – Незадовільна зрозумілість відповіді

### **7. Політика курсу**

#### **7.1. Політика щодо академічної доброчесності**

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". [http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us\\_documents/System\\_of\\_prevention\\_and\\_detection\\_of\\_plagiarism.pdf](http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf).

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

#### **7.2. Комунікаційна політика**

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

#### **7.3. Політика щодо перескладання**

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

#### **7.4 Політика щодо оскарження оцінювання**

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

#### **7.5. Відвідування занять**

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

### **7.6. Бонуси**

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувача вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни. За участь у анкетуванні здобувач вищої освіти отримує **5 балів**.

## **8 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 12<sup>th</sup> 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.