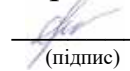


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра інформаційно-комунікаційних технологій імені О.О. Зеленського
(№ 504)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Ірина ВАСИЛЬЄВА
(ім'я та прізвище)

«28» серпня 2024 р.

**СИЛАБУС
ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Технології і системи бездротового зв'язку

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Інжиніринг і програмування інфокомунікаційних систем

(найменування освітньої програми)

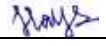
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: Науменко В.В., доцент, канд. техн. наук

(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни «Технології і системи бездротового зв'язку»
розглянуто на засіданні кафедри (№ 504) _____ інформаційно-комунікаційних
технологій імені О.О. Зеленського _____

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 28 » серпня 2025 р.

Завідувач кафедри докт. техн. наук, проф.

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Володимир ЛУКІН

(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:



(підпис)

Петро ЗАХАР'ЯШ

(ім'я та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Науменко Вікторія Володимирівна

Посада: доцент

Науковий ступінь: канд. техн. наук

Вчене звання: без звання

Перелік дисциплін, які викладає:

Технології і системи бездротового зв'язку,
Інтернет речей, Інтернет речей (КП)

Напрями наукових досліджень:

Біспектральна обробка сигналів, новітні методи
генерації радіосигналів;

Обробка зображень, виявлення неоднорідностей
на зображеннях, стиснення зображень.

Контактна інформація:

email: v.naumenko@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна</i>
Семестр	<i>7</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<i>4 кредити ЄКТС / 120 годин (56 аудиторних, з яких: лекції – 32, лабораторні – 24; СРЗ – 64);</i>
Види навчальної діяльності	<i>лекції, лабораторні роботи, самостійна робота</i>
Види контролю	<i>Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – залік</i>
Пререквізити	<i>Антенні пристрої і комплекси, Антенні пристрої і комплекси (КП), Програмно-конфігуровані пристрої і радіосистеми, Програмно-конфігуровані пристрої і радіосистеми (КП)</i>

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – формування у студентів загальних уявлень про сучасні технології та системи бездротового зв'язку, місце спеціаліста у галузі інфокомунікацій у сучасному розвитку науково-технічного прогресу.

Завдання – вивчення принципів організації телекомунікаційних систем бездротового зв'язку і мереж; отримання студентом вміння орієнтуватися у сучасних напрямках розвитку технологій інфокомунікацій; застосовувати отримані знання на практиці.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ЗК2 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК5 Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК8 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК9 Навики здійснення безпечної діяльності.

ЗК10 Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК12 Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та

закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК13 Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

СК2 Здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.

СК4 Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.

СК6 Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.

СК7 Готовність до контролю дотримання та забезпечення екологічної безпеки.

СК8 Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.

СК9 Здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів.

СК10 Здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, досліду перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки.

СК11 Здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань.

СК13 Здатність організовувати і здійснювати заходи з охорони праці та техніки безпеки в процесі експлуатації, технічного обслуговування і ремонту обладнання інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

СК15 Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування.

Програмні результати навчання:

ПРН5 – Вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення, згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів автоматизації проектування, в т.ч. створених самостійно.

ПРН7 – Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН8 – 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.

ПРН10 – Здатність проводити випробування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення у відповідності до технічних регламентів та інших нормативних документів.

ПРН11 – Вміння діагностувати стан обладнання (модулів, блоків, вузлів) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.

ПРН13 – Здатність до вибору методів та інструментальних засобів вимірювання параметрів та робочих систем телевізійного та радіомовлення та їх елементів.

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1.

Змістовний модуль 1. Основні поняття бездротового зв'язку

Тема 1. Основи побудови систем зв'язку з рухомими об'єктами

Розглядаються принципи організації систем зв'язку з рухомими об'єктами, класифікація радіочастот, особливості побудови радіорелейних ліній та структура сигналу GSM.

Лекція: «Основи побудови систем зв'язку з рухомими об'єктами».

Лабораторні: –

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання.

Тема 2. Покоління мобільної телефонії

Еволюція технологій мобільного зв'язку від 1G до 6G, ключові характеристики та сфери застосування.

Лекція: «Покоління мобільної телефонії».

Лабораторні: –

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання.

Тема 3. Трафік і ємність стільникових систем

Поняття телетрафіку, методи підвищення ємності стільникових мереж, вплив ефекту Доплера на якість зв'язку.

Лекція: «Трафік і ємність стільникових систем».

Лабораторна робота: «Трафік багатоканальних радіосистем».

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання, підготовка звіту з лабораторної роботи.

Тема 4. Особливості поширення радіохвиль у містах

Закономірності поширення сигналів у міських умовах, методи рознесеного прийому, еквалайзинг, використання TDMA, FDMA та CDMA.

Лекція: «Особливості поширення радіохвиль у містах».

Лабораторна робота: «Частотно-територіальне планування стільникових систем рухомого зв'язку».

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання.

Тема 5. АЦП, ІКМ, скремблювання

Принципи аналого-цифрового перетворення, імпульсно-кодова модуляція, особливості скремблювання та швидкість цифрових потоків.

Лекція: «АЦП, ІКМ, скремблювання».

Лабораторні: –

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання.

Тема 6. Кодове розділення каналів

Технологія CDMA, принципи її реалізації та структура Rake-приймача.

Лекція: «Кодове розділення каналів».

Лабораторні: –

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання.

Тема 7. Моделі передбачення рівня сигналу

Огляд моделей розповсюдження сигналів (Окамура, Окамура–Хата), їх застосування для прогнозування рівня сигналу.

Лекція: «Моделі передбачення рівня сигналу».

Лабораторні:

- о «Дослідження зон Френеля бездротового каналу зв'язку»;
- о «Дифракція радіохвиль на перешкоді».

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання, підготовка звітів з лабораторних робіт.

Тема 8. Основи стільникових систем зв'язку

Структура стільникових систем, принцип повторного використання частот, організація комірок.

Лекція: «Основи стільникових систем зв'язку».

Лабораторна робота: «Розрахунок кількості каналів і абонентів у CDMA-системах».

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання, підготовка звіту з лабораторної роботи.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Сучасні системи та технології бездротового зв'язку

Тема 1. Архітектура мережі GSM

Функції базової станції, контролера, MSC та інших елементів системи GSM.

Лекція: «Архітектура мережі GSM».

Лабораторна робота: «Дослідження архітектури GSM».

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання, підготовка звіту з лабораторної роботи.

Тема 2. Служби та інтерфейси GSM

Типи сервісів (голосові, передача даних, додаткові), інтерфейси між підсистемами.

Лекція: «Служби та інтерфейси GSM».

Лабораторні: –

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання.

Тема 3. Канали GSM

Фізичні та логічні канали GSM, їх класифікація і призначення.

Лекція: «Канали GSM».

Лабораторна робота: «Дослідження каналів GSM».

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання, підготовка звіту з лабораторної роботи.

Тема 4. Системи 3G (UMTS)

Архітектура UMTS, принципи роботи, основні послуги та канали.

Лекція: «Системи 3G (UMTS)».

Лабораторна робота: «Аналіз архітектури системи UMTS».

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання, підготовка звіту з лабораторної роботи

Тема 5. Системи 4G (LTE)

Архітектура LTE, ключові відмінності від попередніх поколінь, технічні характеристики.

Лекція: «Системи 4G (LTE)».

Лабораторна робота: «Аналіз архітектури системи LTE».

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання, підготовка звіту з лабораторної роботи.

Тема 6. Системи 5G

Новітні технології 5G, архітектура мережі, приклади застосування.

Лекція: «Системи 5G».

Лабораторна робота: «Дослідження архітектури мережі 5G».

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання, підготовка звіту з лабораторної роботи.

Тема 7. Перспективи розвитку 6G

Можливості наступного покоління мобільних систем, очікувані характеристики та сфери застосування.

Лекція: «Перспективи розвитку 6G».

Лабораторні: –

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання, підготовка звіту з лабораторної роботи.

Тема 8. Професійні системи рухомого зв'язку

Рухома станція, ПСРР «Алтай», Smart Trunk II, InforTrunk. *СТАНДАРТИ ПРОФЕСІЙНИХ СИСТЕМ РУХОМОГО ЗВ'ЯЗКУ*: ПСРР стандарту LTR(ПСРР FAST та ESAS), ПСРР стандарту MPT (ПСРР Fylde Microsystems, ПСРР TeitNet, ПСРР Zetron), ПСРР стандарту Tetra (ПСРР Dimentra), ПСРР стандарту iDEN.

Лекція: «Професійні системи рухомого зв'язку».

Лабораторні: –

Самостійна робота: опрацювання конспекту лекції, тестове завдання.

Модульний контроль

5. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом.

6. Методи навчання

Методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

- 1) переконання у значущості навчання;
- 2) вимоги;
- 3) створення ситуації зацікавленості.

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

- 1) пояснювально-ілюстративний;
- 2) словесний (розповідь, лекція, бесіда, пояснення);
- 3) наочний (ілюстрація, демонстрація);
- 4) практичний (вправи).

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю на лабораторних заняттях та консультаціях, модульний контроль, фінальний контроль у вигляді іспиту.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	6	0...6
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...1	1	0...1
Модульний контроль	0...14	1	0...15
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до заліку. Під час складання семестрового заліку здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з 2 теоретичних (кожне питання 30 балів) та 1 практичного питання (40 балів).

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційний залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Виконати усі лабораторні роботи, захистити індивідуальне завдання (розрахункову роботу) та здати тестування. Знати визначення основних термінів, основні методи вирішення системних задач. Уміти користуватися стандартами та рекомендаціями щодо проектування систем зв'язку. Виконувати моделювання простих систем зв'язку.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі лабораторні роботи, захистити індивідуальне завдання (розрахункову роботу), виконати всі КР, здати тестування. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Уміти: проводити аналіз і синтез систем інфокомунікацій. Знати методи і засоби моделювання складних систем та вміти користуватися ними на практиці.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Планувати розвиток мереж та оцінювати її продуктивність та відмовостійкість. Безпомилково виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з докладним обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману. **Перевірка на антиплагіат здійснюється передплаченими університетом засобами.**

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. <https://library.khai.edu/library/fulltexts/2021/complex/Tekhn.i%20sist.bezdr.zv.%202021%20kaf.%20504.pdf.pdf>
2. <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=4158>

11. Рекомендована література

Базова

1. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010.
2. Сайко В. Г., Казіміренко В. Я., Літвінов Ю. М. Мережі бездротового широкосмугового доступу: навч. посіб. Київ: ДУТ, 2015. 196 с.
3. Трубочанінова К. А., Жученко О. С., Лисечко В. П. Бездротові телекомунікаційні системи: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 86 с

Допоміжна

1. Основи теорії систем і системного аналізу: Навч. посібник / К.О. Сорока. – ХНАМГ:, 2004. – 291 с.

2. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с
3. Шерепа І.В., Шулакова К.С. Глобальна інформаційна інфраструктура: навчальний посібник з підготовки спеціалістів та магістрів / Шерепа І.В., Шулакова К.С. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2009, – 172 с.
4. Системний аналіз: навч. посібник / О.І. Аршинова, А.В. Шевченко. – К.: НАУ, 2008. – 128 с.

12. Інформаційні ресурси

1. https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/707938/mod_resource/content/1/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8_%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D0%BA%D1%83_.pdf
2. https://assets.cambridge.org/97805211/14035/frontmatter/9780521114035_frontmatter.pdf
3. https://web.stanford.edu/~dntse/papers/press_book.pdf
4. <https://www.egr.msu.edu/~tongli/Introduction-WCN.pdf>
5. <http://www.wirelesscommunication.nl/pdfandps/systems.pdf>
6. https://mrcet.com/downloads/digital_notes/ECE/IV%20Year/WIRELESS%20COMMUNICATIONS%20AND%20NETWORKS.pdf