ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету інформаційних технологій
_____ Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
_____ 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Системи рухомого радіозв'язку та навігації
Назва дисципліни

Галузь знань – G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність – G 5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Рівень вищої освіти –Перший (бакалаврський)
Освітньо-професійна програма – Електронні системи та мережі комунікацій
Обсяг дисципліни – 5 кредитів ЄКТС, ***Шифр дисципліни*** – ОПП.12
Мова навчання – українська
Статус дисципліни: обов'язкова (професійної підготовки)
Факультет – Інформаційних технологій
Кафедра – Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин					Курсовий проект	Курсова робота	Вид семестрового контролю	
					Аудиторні заняття				Самостійна робота, у т.ч. ІРС				
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття				Залік	Іспит
Дс	2	4	5,0	150	82	32	32	18	68	–	+	–	+
Разом ДсФН			5,0	150	82	32	32	18	68	–	1	–	1

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Електронні системи та мережі комунікацій» за спеціальністю G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»

Робоча програма складена _____ д-р. техн. наук, професор Сергій ПІДЧЕНКО
Підпис автора(ів) Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ автора(ів)

Схвалена на засіданні кафедри Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Протокол від 28.08 2025 № 1. Зав. кафедри _____ Сергій ПІДЧЕНКО
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова вченої ради факультету _____ Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ініціали, прізвище
Завідувач кафедри, д-р. техн. наук, проф.	Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій		Сергій ПІДЧЕНКО
Гарант освітньо-професійної програми, канд. техн. наук, доц.	Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій		Олег ПИВОВАР

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Системи рухомого радіозв'язку та навігації» є однією із дисциплін професійної підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі» в межах спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка».

Пререквізити – Мережі абонентського доступу (ОПП.08), Інформаційні передавальні та приймальні пристрої радіосистем (ОПП.10); Цифрові системи комутації та розподілу інформації в електронних комунікаціях (ОПП.11).

Постреквізити – Інтелектуальні мультисервісні мережі та засоби телекомунікацій (ОПП14).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

***компетентностей*:** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК4); Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК7); Навики здійснення безпечної діяльності (ЗК9); Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації (ФК3); Здатність використовувати нормативну та правову документацію, що стосується інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем для вирішення професійних завдань (ФК5); Здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів (ФК9), *в частині систем рухомого зв'язку та навігації*; 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 (ФК15); Здатність до планування, проектування, обслуговування цифрових мереж і систем телевізійного, звукового та мультимедійного мовлення, супутникових інформаційних мереж (ФК17), *в частині систем рухомого зв'язку та навігації*.

***програмних результатів навчання*:** Вміння застосовувати базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів у галузі електроніки та телекомунікацій (ПРН2); Вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності (ПРН3); 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 (ПРН5), *в частині систем рухомого зв'язку та навігації*; Здатність брати участь у проєктуванні 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), *в частині систем рухомого зв'язку*; Вміння адміністрування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж (ПРН9), *в частині систем рухомого зв'язку*; Здатність проводити випробування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення у відповідності до технічних регламентів та інших нормативних документів (ПРН10), *в частині систем рухомого зв'язку та навігації*; Вміння діагностувати стан обладнання (модулів, блоків, вузлів) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо (ПРН11), *в частині систем рухомого зв'язку та навігації*; 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), *в частині систем рухомого зв'язку та навігації*.

***Мета дисципліни*.** Формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, необхідних для вирішення типових та нестандартних завдань з питань рухомого зв'язку та навігації, зокрема ознайомлення з основними технологіями систем стільникового зв'язку 2G/3G/4G, принципами побудови і функціонуванням фізичного й логічного рівнів, основними протоколами установлення з'єднань у системах радіозв'язку, зокрема стандартів GSM (GSM/EDGE), CDMA (W-CDMA), UMTS/HSPA, WiMAX, системами навігації GPS, Galileo, а також набуття навичок з розрахунку основних параметрів та проектування систем мобільного зв'язку, реалізованих на апаратурі вітчизняних і закордонних виробників.

Предмет дисципліни. Принципи організації та функціонування систем рухомого зв'язку та навігації, стандарти з'єднань GSM (GSM/EDGE), CDMA (W-CDMA), UMTS/HSPA, WiMAX.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок щодо самостійного вирішення питань, пов'язаних з дослідженням, використанням та проектуванням систем рухомого зв'язку та навігації.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни, студент повинен: *розуміти* принципи організації систем GSM (GSM/EDGE), CDMA (W-CDMA), UMTS/HSPA, WiMAX, *використовувати* понятійний апарат в області рухомого зв'язку та навігації; *проводити* аналіз параметрів існуючих засобів зв'язку та навігації, *бути здатним* здійснити частотно-територіальне планування та проектування систем стільникового зв'язку з використанням сучасної апаратури вітчизняних і закордонних виробників

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва теми	*Кількість годин, відведених на:*			
	Лекції	*Лабораторні роботи*	*Практичні*	*Самостійну роботу*
Тема 1. Принципи побудови систем рухомого радіозв'язку.	6	-	-	18
Тема 2. Системи стільникового зв'язку	18	32	18	38
Тема 3. Системи відомчого радіозв'язку, безпроводового доступу та радіотелефонії	4	-	-	6
Тема 4. Супутникові системи зв'язку та визначення місцезнаходження	4	-	-	6
Разом за 4-й семестр:	**32**	**32**	**18**	**68**

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	К-ть годин
	Тема 1	
1	**Системи рухомого радіозв'язку** 1.1. Принципи побудови систем рухомого зв'язку. 1.2. Класифікація систем рухомого (мобільного) зв'язку. 1.3. Радіочастотний діапазон для зв'язку з рухомими об'єктами. 1.4. Вплив ефекту Доплера на радіозв'язок. 1.5. Методи боротьби з наслідками багатопроменевого розповсюдження радіохвиль. Літ.: [1], с. 6…19.	2
2	**Принципи побудови систем з множинним доступом** 2.1. Використання каналів в системах з множинним доступом. 2.2. Методи множинного доступу. 2.3. Розподіл дуплексних каналів. Літ.: [1], с. 20…28, [2], 20…23.	2
3	**Модуляція сигналів в системах рухомого зв'язку** 3.1. Класифікація методів модуляції в системах радіодоступу. 3.2. Диференційна квадратурна фазова маніпуляція зі зсувом π/4 (DQPSK). 3.3. Маніпуляція з мінімальним зсувом (MSK). 3.4. Мультиплексування з ортогональним частотним розподілом каналів (OFDM) 3.5. Сигнали з розширеним спектром. Літ.: [1], с. 29…44, [2], 68…75.	2
	Тема 2	
4	**Стільникові мережі зв'язку.** 4.1. Загальні відомості. Класифікація систем. 4.2. Архітектура мереж стільникового зв'язку. 4.3. Аналогові та цифрові стандарти стільникового зв'язку. 4.5. Принцип повторного використання частот. 4.6. Способи збільшення пропускної спроможності мережі.. Літ.: [1], с. 109...117; [2], с. 10...14.	2
5	**Формування каналів в мережах стільникового зв'язку стандарту GSM.** 5.1. Організація частотних та фізичних каналів. 5.2. Структура ефірного інтерфейсу. 5.3. Типи логічних каналів 5.4. Комбінації логічних каналів в фізичних каналах. Літ.: [1], с. 127...141.	2
6	**Обладнання підсистеми базових станцій (BSS)……** 6.1. Базова приймально-передавальна станція (BTS). 6.2. Контролер базових станцій (BSC). 6.3. Модуль транскодера (TCE). Літ.: [1], с. 142...152.	2
7	**Обладнання комутаційної підсистеми (SSS)……** 7.1. Архітектура і функції центру комутації мобільної служби (MSC). 7.2. Центр перевірки автентичності (AUC). 7.3. Регістр ідентифікації мобільного обладнання. Літ.: [1], с. 153...162.	2
8	**Процеси формування сигналів стільникового зв'язку** 8.1. Аналого-цифрове перетворення. 8.2. Кодування мови. 8.3. Канальне кодування. 8.4. Модуляція сигналів. Літ.: [1], с. 163...173; [2], с. 45...75.	2
9	**Принципи побудови мобільних станцій** 9.1. Класи мобільних (абонентських) станцій. Функції та архітектура мобільної станції. 9.2. Основні параметри станції. Динамічне регулювання потужністю мобільної станції. 9.3. Автентифікація та шифрування даних. Модуль відповідності абонента.	2

	9.4. Зони обслуговування стільникової мережі. Літ.: [1], с. 174...180; [2], с. 18...21.	
10	**Еволюція мереж GSM……** 10.1. Високошвидкісна передача даних з комутацією каналів HSCSD. 10.2. Радіослужба пакетної передачі GPRS. 10.3. Технологія EDGE. Літ.: [1], с. 199...205; [2], с. 110...129.	2
11	**Стільникові мережі технології CDMA……** 11.1. Принцип кодового розподілу каналів. 11.2. Канальне кодування і модуляція в стандарті IS-95. 11.3. Функціонування стільникової системи стандарту CDMA…… 11.4. Особливості регулювання потужності. Літ.: [1], с. 206...219; [2], с. 95...108.	2
12	**Стільникові системи наступних поколінь** 12.1. Основні положення програми IMT-2000. 12.2. Радіоінтерфейс WCDMA. Архітектура мережі UMTS. 12.3. Особливості стандарту CDMA2000. 12.4. Принципи побудови та архітектура LTE мережі (4G). 12.5. Стандарт IMT-2020 (5G). Літ.: [1], с. 240...268; [3], с. 64...81.	2
	Тема 3	
13	**Відомчі системи радіозвязку.** 13.1. Принципи організації пейджингового зв'язку. 13.2. Протоколи пейджингового зв'язку. 13.3. Характеристики основних елементів систем персонального виклику. 13.4. Мережі транкінгового зв'язку. 13.5. Особливості цифрових транкінгових систем. 13.6. Транкінгова система стандарту TETRA. Літ.: [1], с.45…108.	2
14	**Системи радіотелефонії та безпроводового доступу.** 14.1. Вузькосмугові системи абонентського радіодоступу. 14.2. Особливості широкосмугових безпроводових абонентських систем. 14.3. Технології локальних мереж Wi-Fi. Сімейство стандартів IEEE 802.11x. 14.4. Радіоспецифікація персональних мереж Bluetooth. Стандарт IEEE 802.15.x. 14.5. Радіоінтерфейс міських мереж WiMAX. Стандарт IEEE 802.16x. Літ.: [1], с.269…307.	2
	Тема 4	
15	**Супутникові системи радіозв'язку** 15.1. Супутникові системи персонального зв'язку. Орбіти зв'язку, їхня класифікація та параметри. 15.2. Структура супутникових систем персонального зв'язку. 15.3. Низькоорбітальні системи супутникового зв'язку. Система Iridium. 15.4. Середньоорбітальні системи супутникового зв'язку. Супутниковий зв'язок Inmarsat. 15.5. Системи зв'язку з використанням геостаціонарних супутників. Літ.: [1], с.131…153; [4], с. 6…53.	2
16	**Супутникова система навігації** 16.1. Призначення та загальна структура системи. 16.2. Принцип роботи системи. 16.3. Структура навігаційних радіосигналів. 16.4. Точність вимірювання координат. 16.5 Абонентське обладнання. Літ.: [1], с.308…321; [4], с. 55…78.	2
	Разом за 4 семестр:	***32***

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Дослідження мовного кодера/декодера системи GSM Літ.: [2], с.46…62; [6], с.10…25.	4
2	Дослідження принципів кодування мовного сигналу з лінійним передбаченням.	4

	Літ.: [2], с.46…62; [6], с.27…35.	
3	Дослідження принципів кодування мовного сигналу з довгостроковим передбаченням. Літ.: [2], с.46…62; [6], с.37…42.	4
4	Дослідження організації радіоканалів в системі GSM Літ.: [1], с. 127...141; [6], с.43…68.	12
5	Дослідження радіотрафіку та моделей поширення радіохвиль. Літ.: [4], с. 6...15; [6], с.69…88.	4
6	Дослідження архітектури та основних функцій базової станції стільникової системи. Літ.: [1], с. 142...152; [6], с.89…163.	4
	Разом за 4 семестр:	**32**

5.3 Зміст практичних занять

№ п/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
1	Оцінка радіотрафіку стільника системи масового обслуговування. Літ.: [3], с. 169…183.	2
2	Частотно-територіальне планування стільникової мережі. Літ.: [3], с. 169…183.	4
3	Розрахунок спільноканальних інтерференційних завад. Літ.: [3], с. 169…183.	2
4	Розрахунок затухання при поширенні електромагнітних хвиль в забудованих місцевостях Літ.: [3], с. 6…15.	2
5	Вибір технічного обладнання стільникової мережі Літ.: [4], с. 189…250.	2
6	Проведення уточнення розташування базових станцій та ущільнення мережі Літ.: [4], с. 189…250.	2
7	Розробка санітарного паспорту радіотехнічного об’єкту Літ.: [3], с. 169…183.	2
8	Технічно-економічне обґрунтування технічного рішення стільникової мережі Літ.: [3], с. 169…183.	2
	Разом за 4 семестр:	**18**

5.4 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до лабораторних робіт, практичних занять, контрольних робіт, тестування, виконанні індивідуальних завдань тощо. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Номер тижня	Зміст самостійної роботи	К-ть годин
1	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до виконання ЛР1.	4
2	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до ПЗ1.	4
3	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до виконання ЛР2.	4
4	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до ПЗ2.	4
5	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до виконання ЛР3.	4
6	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до ПЗ3.	4
7	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до виконання ЛР4.	4
8	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до ПЗ4, підготовка до КР1 з Т1-Т2.	4
9	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до виконання ЛР5.	4
10	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до ПЗ5.	4
11	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до виконання ЛР6.	4
12	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до ПЗ6.	4
13	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до виконання ЛР7.	4
14	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до ПЗ7.	4
15	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, підготовка до виконання ЛР8.	4
16	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, підготовка до ПЗ8.	4
17	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, підготовка до КР2 з Т3-Т4.	4
	Разом за 4 семестр:	**68**

***Примітки*:** Т – тема навчальної дисципліни, ЛР – лабораторна робота; ПЗ – практичне заняття, КР– контрольна робота.

На самостійне опрацювання студентів виносяться визначені у методичних рекомендаціях до лабораторних робіт, практичних занять та самостійної роботи питання з відповідних тем.

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням мультимедійних презентацій, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, **інформаційно-комунікаційних технологій**); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, аналізу проблемних ситуацій); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв'язування типових і прикладних задач, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт, практичних занять, поточного та підсумкового контролю), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних лабораторних та практичних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

– усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;

– оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;

– оцінювання результатів роботи на практичних заняттях (розв'язування задач, участь у обговоренні ситуацій);

– оцінювання контрольних робіт.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, ***не допускається*** до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який ***має*** академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає: необхідність підготовки до лабораторних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт (протокол роботи відповідно до теми), захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо; до практичних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми), активно працювати на занятті, розв'язувати задачі, брати участь у дискусіях щодо прийнятих рішень при виконанні здобувачами задач тощо.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті). Пропущене лабораторне або практичне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами усного опитування для допуску до лабораторного заняття, опитування під час практичних занять, та за результатами контрольних робіт.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності ***не допускаються.***

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти (розміщені на доступних платформах), які сприяють формування компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	**Узагальнений зміст критерія оцінювання**
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві ***похибки***.
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три ***несуттєві помилки***.
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється

	з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і ***суттєві помилки*** у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								**Контрольні заходи**		**Семестровий контроль**	
шостий семестр											
Лабораторні роботи №:						Практичні заняття №:		Контрольні роботи контроль:		Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	1-4	5-8	КР1	КР2		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)											
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	6-10	6-10	24-40	**60-100***
24-40								**12-20**		**24-40**	

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання методики імітаційного моделювання, дотримання вимог при оформленні звіту тощо.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці «Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти».

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому не зараховується і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів на знання теоретичного матеріалу з теми; уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення при розв'язуванні задач; результати самостійної роботи.

При оцінюванні практичного заняття викладач керується узагальненими критеріями, наведеними у таблиці «Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти».

Контрольна робота передбачає виконання 3-х теоретичних та двох практичних завдань (практичне завдання передбачає розв'язування задач з даної теми). При оцінюванні контрольної роботи враховуються: повнота відповіді та якість виконання. Кожне теоретичне завдання оцінюється 2 балами, загальна сума балів на позитивну оцінку становить від 6 до 10.

Розподіл балів при оцінюванні завдань контрольної роботи

Кількість правильних відповідей	1	2	3	4	5
Відсоток правильних відповідей	**0-59**		**60**	**80**	**100**
Кількість отриманих балів	0		6	8	10

При отриманні негативної оцінки контрольну роботу слід перездати до терміну ***наступного*** контролю.

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного (в т.ч. у тестовій формі), так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	**Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)**	**Максимальний (високий) бал (відмінно)**
Теоретичне питання № 1	6	8	10
Теоретичне питання № 2	6	8	10
Практичне завдання №1	6	8	10
Практичне завдання №2	6	8	10
Разом:	**24**	**32**	**40**

***Примітка**. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.*

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (**Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання)**.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	**Рейтингова шкала балів**	**Інституційна оцінка** (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	**Іспит/диференційований залік**
A	90-100	Зараховано	***Відмінно*/*Excellent*** – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		***Добре*/*Good*** – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		
D	66-72		***Задовільно*/*Satisfactory*** – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	***Незадовільно*/*Fail*** – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		***Незадовільно*/*Fail*** – Результати навчання відсутні

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Поясніть класифікацію систем радіозв'язку з рухомими об'єктами.
2. В чому різниця систем з централізованим і незалежним методом формування групового каналу?
3. Коли системи радіозв'язку повинні бути контрольованими?
4. Які системи радіозв'язку називаються координованими?
5. Поясніть сутність методів FDMA, TDMA, CDMA.
6. В чому різниця технологій дуплексного рознесення TDD і FDD?
7. Який і чому діапазон радіозв'язку використовується в системах радіозв'язку з рухомими об'єктами?
8. Як доплерівський ефект впливає на радіозв'язок з рухомими об'єктами?
9. Як розрахувати доплерівський зсув та визначити його знак?
10. Поясніть принцип роботи модулятора DQPSK.
11. Що таке маніпуляція з мінімальним зсувом, як вибирається частота зсуву?
12. В чому суть та основні переваги модуляції OFDM?
13. Назвіть і поясніть переваги широкосмугових сигналів.
14. Поясніть принцип розширення спектру методами FHSS та DSSS.
15. Як визначити ступень розширення спектру в технології DSSS?
16. Особливості та класифікація систем стільникового зв'язку.
17. Структура системи стільникового зв'язку.
18. Підхід до проектування систем стільникового зв'язку.
19. Способи збільшення ємності системи стільникового зв'язку.
20. Розділення мереж на ієрархічні рівні. Фізичний рівень. Канальний рівень. Мережевий рівень.
21. Стандарт NMT системи стільникового зв'язку.
22. Ефірний інтерфейс системи D- AMPS.
23. Основи архітектури GSM. Структурна схема GSM. Принцип роботи.
24. Основні характеристики системи GSM.
25. Блок - схема рухомої станції стандарту GSM.
26. Блок- схема базової станції стандарту GSM.
27. Смуга частот стільникового зв'язку.
28. Принцип повторного використання частот в системі стільникового зв'язку.
29. Методи багаторазового доступу в системі стільникового зв'язку.
30. Структура логічних та фізичних каналів стільникового зв'язку.
31. Структура GPRS, фізичний рівень організації.
32. Система EDGE.
33. Стільникова система рухомого зв'язку з кодовим розподілом каналів CDMA. Загальні властивості.
34. Структура CDMA в стандарті IS-95.
35. Які переваги має стільникова структура території, що покривається стільниками по зрівнянню з радіальною?
36. Які оператори стільникового зв'язку діють на України?
37. В яких випадках при організації мобільного зв'язку можуть бути задіяні космічні сегменти зв'язку?
38. Архітектура системи UMTS. Загальні властивості.
39. Поясніть особливості стандарту LTE.
40. Архітектура мереж LTE та призначення основних елементів.
41. Як в мережах LTE передбачена взаємодія з мережами другого та третього поколінь?
42. В чому особливість передачі даних в системах персонального радіовиклику?
43. Із яких елементів складається система персонального радіовиклику?
44. Особливості основних протоколів систем персонального радіовиклику?
45. Для чого призначено програмування пейджерів та які існують способи програмування?
46. Які системи радіозв'язку відносяться до транкінгових ситем?
47. Дайте класифікацію транкінговий систем.
48. Які елементи входять до однозонової транкінгової мережі та їх призначення?
49. За яким принципом працює супутникова система навігації?
50. Які системи супутникової навігації Вам відомі?

51. В чому різниця систем NAVSTAR-GPS та ГЛОНАСС.
52. Із яких елементів складається супутникова система навігації та яке їх призначення?
53. Які дані містить альманах?
54. Для чого використовують різні несучі частоти для передачі сигналів зі супутників?
55. Як формуються несучі частоти L1 та L2 в системі ГЛОНАСС?
56. Що містить супутниковий сигнал?
57. Що впливає на точність визначення координат?
58. В чому особливість режимів кодових і фазових вимірювань?
59. Для чого призначена системи диференційної корекції?
60. Із яких елементів складається приймач супутникової системи навігації?

11. Рекомендована література:

Основна

1. Головін Ю.О. Основи радіозв'язку з рухомими об'єктами: навч. посіб. Київ : ІСЗЗІ НТУУ КПІ, 2016. 322 с.
2. Системи рухомого зв'язку. Навчальний посібник / О. О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Бєлов. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 185 с.
3. Системи мобільного зв'язку. Застосування засобів мобільного зв'язку [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Спеціальні системи електронних комунікацій» спец. 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; Головін Ю.О. та інш. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 187 с.
4. Галаган Н.В., Блаженний Н.В. Сучасні супутникові системи. Навчальний посібник. – К.: ДУТ, 2025. – 80 с.

Додаткова

5. Сучасні військові засоби радіо та супутникового зв'язку : посібник / під ред. А. Кривенка. – 2021. – Посібник із сучасних радіо- та супутникових систем зв'язку. – К.: 2017. – 429 с.
6. Таранчук А.А. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу „Системи мобільного зв'язку" для студентів галузі знань «Електроніка та телекомунікації» – Хмельницький – 2016.– 131 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=7151
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: http://library.khmnu.edu.ua/
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : https://elar.khmnu.edu.ua/home

СИСТЕМИ РУХОМОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ ТА НАВІГАЦІЇ

Тип дисципліни	Обов’язкова
Рівень вищої освіти	Перший (*бакалаврський*)
Мова викладання	Українська
Семестр	Четвертий
Кількість призначених кредитів ЄКТС	5,0
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Денна (скорочена)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни, студент повинен: розуміти принципи організації систем GSM (GSM/EDGE), CDMA (W-CDMA), UMTS/HSPA, WiMAX, використовувати понятійний апарат в області рухомого зв’язку та навігації; проводити аналіз параметрів існуючих засобів зв’язку та навігації, бути здатним здійснити частотно-територіальне планування та проектування систем стільникового зв’язку з використанням сучасної апаратури вітчизняних і закордонних виробників.

Зміст навчальної дисципліни. Класифікація систем рухомого зв’язку. Еволюція поколінь мобільних систем: від 1G до 5G/6G. Поняття радіоканалу, смуги частот і пропускної здатності. Моделі поширення (Okumura-Hata, COST, ITU-R). Загасання, багатопроменевість, інтерференція. Федінг та його види; методи боротьби з федінгом. Структура мережі мобільного зв’язку. Базові станції, контролери, ядро мережі. Коміркова структура, перерозподіл каналів, хендовер. Канали та методи модуляції. Цифрова модуляція: PSK, QAM, OFDM. Мультиплексування: FDMA, TDMA, CDMA, OFDMA. Системи 3G (UMTS, HSPA). Системи 4G LTE. Глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS). Супутникові системи мобільного зв’язку.

Пререквізити: мережі абонентського доступу, інформаційні передавальні та приймальні пристрої радіосистем; цифрові системи комутації та розподілу інформації в електронних комунікаціях.
Постреквізити – інтелектуальні мультисервісні мережі та засоби телекомунікацій.

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для ***першого*** (бакалаврського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 10 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням мультимедійних презентацій, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, інформаційно-комунікаційних технологій); лабораторні заняття (з використанням методів комп’ютерного моделювання, аналізу проблемних ситуацій); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв’язування типових і прикладних задач, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт, практичних занять, поточного та підсумкового контролю), з використанням інформаційно-комп’ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

Форми оцінювання результатів навчання: оцінювання лабораторних, практичних та контрольних робіт.

Вид семестрового контролю: іспит – 4 семестр.

Навчальні ресурси:

1. Головін Ю.О. Основи радіозв’язку з рухомими об’єктами: навч. посіб. Київ : ІСЗЗІ НТУУ КПІ, 2016. 322 с.
2. Системи рухомого зв'язку. Навчальний посібник / О. О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Бєлов. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 185 с.
3. Системи мобільного зв’язку. Застосування засобів мобільного зв’язку [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Спеціальні системи електронних комунікацій» спец. 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; Головін Ю.О. та інш. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 187 с.
4. Галаган Н.В., Блаженний Н.В. Сучасні супутникові системи. Навчальний посібник. – К.: ДУТ, 2025. – 80 с.
6. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=7151
7. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: http://library.khmnu.edu.ua/

Викладач: докт. техн. наук, професор Підченко С.К.