



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СУПУТНИКОВІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ТА НАВІГАЦІЇ

Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Шифр та назва спеціальності	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Назва освітньо-професійної програми	Телекомунікації та радіотехніка
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Факультет	Телекомунікацій та радіотехніки
Кафедра	Радіоелектронних систем і технологій
Статус навчальної дисципліни	ОК-21 ОПП «Телекомунікації та радіотехніка»
Форма навчання	Денна

Викладачі

Рожновський Михайло Васильович
mihail.exp@gmail.com



Доцент кафедри радіоелектронних систем і технологій,
кандидат технічних наук, доцент

Загальна інформація про дисципліну

Анотація до дисципліни	<p>Дисципліна «Супутникові системи зв'язку та навігації» має міждисциплінарний характер. Вона інтегрує, відповідно до свого предмету, знання з таких дисциплін: «Системи мобільного зв'язку», «Технічна електродинаміка та поширення радіохвиль», «Радіоприймальні та передавальні пристрої», «Антени та пристрої мікрохвильового тракту».</p> <p>Навчання спрямовано на:</p> <ol style="list-style-type: none">1) формування у здобувачів вищої освіти системного уявлення про принципи побудови систем і мереж супутникового зв'язку, а також принципи їх роботи та методики проектування;2) розвиток умінь застосовувати базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних
-------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів для проектування систем та мереж супутникового зв'язку;</p> <p>3) підвищення рівня комунікативної компетентності у сфері інформаційно-телекомунікаційних систем та мереж, зокрема в контексті обговорення проблемних питань з колегами, громадянами та іншими стейкхолдерами;</p> <p>4) мотивування на активну участь у процесі прийняття індивідуальних/групових рішень, відповідальність за якість прийнятих рішень та успішність їх реалізації в галузі електроніки, автоматизації та електронних комунікацій.</p>
Мета дисципліни	– формування системних знань та розвиток умінь щодо принципів побудови систем і мереж супутникового зв'язку, принципів їх роботи та методик проектування.
Компетентності, формуванню яких сприяє дисципліна	<p>ЗК-4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>СК-3. Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.</p> <p>СК-4. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.</p> <p>СК-5. Здатність використовувати нормативну та правову документацію, що стосується інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (закони України, технічні регламенти, міжнародні та національні стандарти, рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку і т.п.) для вирішення професійних завдань.</p> <p>СК-6. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.</p> <p>СК-8. Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів.</p> <p>СК-15. 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.</p>
Результати навчання	<p>ПРН-2. 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.</p> <p>ПРН-5. 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.</p> <p>ПРН-6. Вміння проектувати, в т.ч. схемотехнічно нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо.</p> <p>ПРН-7. Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення</p>

	<p>тощо.</p> <p>ПРН-8. 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.</p> <p>ПРН-10. Здатність проводити випробування телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення у відповідності до технічних регламентів та інших нормативних документів.</p> <p>ПРН-11. Вміння діагностувати стан обладнання (модулів, блоків, вузлів) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо.</p> <p>ПРН-13. 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.</p>
Обсяг дисципліни	Загальний обсяг дисципліни: 5 кредитів ЄКТС (120 годин). Для денної форми навчання: лекції – 32 години, практичні заняття – 12 годин, лабораторні заняття – 10 годин, самостійна робота – 96 годин.
Форма підсумкового контролю	Екзамен
Терміни викладання дисципліни	Дисципліна викладається у 4-му семестрі

Програма дисципліни

Тема 1.	<p><i>Загальні принципи та особливості організації цифрових систем радіозв'язку, що використовують штучні супутники Землі (ШСЗ).</i></p> <p>Загальні принципи організації систем зв'язку, що використовує штучні супутники Землі; діапазони частот, що виділені для супутникових систем радіозв'язку. Самостійно: служби супутникового зв'язку.</p> <p>Енергетичні характеристики супутникових каналів радіозв'язку. Енергетичний потенціал супутникової радіолінії. Шуми і перешкоди в супутникових системах радіозв'язку. Еквівалентна шумова температура антени.</p> <p>Особливості поширення радіохвиль в супутникових системах зв'язку (ССЗ): рефракція радіохвиль в тропосфері, види рефракції; види завмирань радіосигналу в реальних умовах розповсюдження.</p> <p>Структура приймального пристрою ССЗ, методи позиціонування антени приймального пристрою наземної станції ССЗ та параметри наведення антен наземних станцій ССЗ.</p>
----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Тема 2.	<p><i>Характеристики орбіт та орбітальних угруповань ССЗ.</i></p> <p>Класифікація орбіт ШСЗ; параметри орбіт: геостаціонарна орбіта; середньовисотні орбіти; низькі кругові орбіти; еліптичні орбіти; характеристики орбітальних угруповань ССЗ.</p> <p>Основні характеристики цифрових каналів зв'язку; методи розділення каналів в системах супутникового зв'язку. Геометричні та електродинамічні параметри антен ССЗ. Методи вимірювання шумових параметрів приймальних пристроїв ССЗ.</p>
Тема 3.	<p><i>Супутникові системи рухомого зв'язку.</i></p> <p>Супутникові системи рухомого і персонального зв'язку на основі геостаціонарних ШСЗ; основний принцип реалізації ССЗ; особливості, переваги та недоліки геостаціонарної орбіти при реалізації супутникової радіолінії. Самостійно: міжнародні системи «Entelsat», «Інтерсупутник», «Inmarsat», «Либідь».</p> <p>Супутникові системи рухомого і персонального зв'язку на основі негеостаціонарних ШСЗ. Принципи організації і особливості побудови орбітального угруповання, переваги та недоліки систем на основі негеостаціонарних ШСЗ. Самостійно: супутникові системи зв'язку «Globalstar», «Iridium», «Odyssey», «ICO», «Гонец».</p> <p>Супутникова система передачі даних Starlink: основні характеристики Starlink; особливості космічного сегменту; супутники Starlink (іноваційний підхід до реалізації і експлуатації); користувацькі термінали Starlink; архітектура мережі; перспективи розвитку та трансформації системи.</p>
Тема 4.	<p><i>Супутникові радіонавігаційні системи (СРНС).</i></p> <p>Принципи побудови та особливості функціонування СРНС; структура та склад СРНС; зони радіовидимості та орбіти ШСЗ. Принципи визначення навігаційних параметрів в СРНС; далекомірні методи радіонавігації; доплеровські методи радіонавігації; погрішності визначення навігаційних параметрів; структура сигналів та інформації, що передається з НШСЗ.</p> <p>Сучасні СРНС. Склад та основні характеристики СРНС (структура, основні характеристики та особливості) «NAVSTAR GPS», «Глонас», «GALILEO», «BeiDou», «IRNSS», «Qzss».</p>
Тема 5.	<p><i>Супутникові системи в Україні.</i></p> <p>Історія космічних супутників в Україні. Українські супутники «Січ-2-30», «PolyITAN-HP-30» (КПІ ім. І. Сікорського), «EOS SAT-1»: основні характеристики, призначення; перспективи розвитку супутникових програм України. «Народний супутник» ICEYE: призначення, характеристики, принцип роботи системи, перспективи використання; поняття синтезованої апертури супутникового радару.</p>

Список рекомендованих джерел

1. Gerard Maral, Michel Bousquet, Zhili Sun Satellite Communications Systems: Systems, Techniques and Technology, 6th Edition. John Wiley & Sons Ltd, 2020. 800 p. ISBN: 978-1-119-38208-9. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119673811> (дата звернення: 20.05.2024).
2. Louis J. Ippolito Satellite communications systems engineering : atmospheric effects, satellite link design, and system performance. John Wiley & Sons Ltd, 2008. 367 p. ISBN 978-0-470-72527-6 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119259411> (дата звернення: 20.06.2024).
3. Bruce R. Elbert Introduction to Satellite Communication. Third Edition. John Wiley & Sons Ltd, 2008. 431 p. ISBN-13: 978-1-59693-210-4 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sat.4600060315> (дата звернення: 20.05.2024).
4. Супутникові системи зв'язку і навігації: навчальний посібник / Срібна І.М. та ін. К.: ДУТ, 2019. 123 с.
5. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Ч. 2. Випромінювання та поширення електромагнітних хвиль: підручник для студентів ВНЗ / За заг. ред. В. М. Шокало, В. І. Правди. Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2010. 435 с.
6. Starlink. URL: <https://www.starlink.com/> (дата звернення: 20.05.2024).

Додаткова

1. 50-річчя українського супутника. URL: https://www.bbc.com/ukrainian/science/2012/03/120323_space_ukrainian_satellite_anniversary_sd (дата звернення: 20.05.2024).
2. Перший супутник: українські сюжети. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/970552.html> (дата звернення: 20.07.2024).
3. PolyITAN-HP-30. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/PolyITAN-HP-30> (дата звернення: 20.05.2024).
4. Український супутник PolyITAN-HP-30 летить уже сьогодні. URL: <https://thealphacentauri.net/130549-ukrayinskiy-suputnik-polyitan-hp-30-letit-uje-sogodni/> (дата звернення: 20.05.2024).
5. EOS Data Analytics. URL: <https://eos.com/uk/> (дата звернення: 20.05.2024).
6. ICEYE. URL: <https://earth.esa.int/eogateway/missions/iceye> (дата звернення: 20.05.2024).

Інформація про консультації

Щовівторка з 12⁴⁵ до 14⁰⁵ год., ауд. 209 – доц. М. В. Рожновський

Загальна схема оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Шкала ЄКТС	Оцінка за національною шкалою		Нарахування балів	Бали нараховуються таким чином:
		для іспиту	для заліку		
90-100	A	Відмінно	зараховано	Нарахування балів	Оцінювання знань здобувачів вищої освіти здійснюється за 100-бальною шкалою і становить: за поточну успішність (участь у практичних заняттях, виконання практичних завдань та контрольних робіт) – до 60 балів, за результати екзамену – до 40 балів.
82-89	B	Добре			
74-81	C				
64-73	D	Задовільно			
60-63	E				
35-59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Не зараховано з можливістю повторного складання		
0-34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни		

Політика опанування дисципліни

Відвідування: Здобувачі вищої освіти самостійно планують відвідування лекційних занять, що проводяться в межах дисципліни. Присутність на практичних заняттях та контрольних заходах (екзамен/залік) є обов'язковою. При проведенні занять в онлайн режимі, присутність здобувача враховується у разі відкритого вікна.

Дотримання принципів академічної доброчесності: Підготовка усіх завдань, письмових робіт і т. ін., що виконуються в межах дисципліни, здійснюється здобувачем вищої освіти самостійно, на засадах академічної доброчесності.

Умови зарахування пропущених занять: виконання практичних/лабораторних робіт може бути завершено протягом семестру до екзаменаційної сесії. Невчасно здані роботи передбачають усний захист.