



СИЛАБУС ВИБІРКОВОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОЕКТУВАННЯ МЕРЕЖ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ СУЧАСНИХ СТАНДАРТІВ

| | |
|----------------------------------|---|
| Факультет | Телекомунікацій та радіотехніки |
| Кафедра | Радіоелектронних систем і технологій |
| Статус навчальної дисципліни | ТР_ВК18 |
| Рекомендовано для спеціальностей | 172 Електронні комунікації та радіотехніка; 121 Інженерія програмного забезпечення; 122 Комп'ютерні науки; 125 Кібербезпека та захист інформації; 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка. |
| Форма навчання | Денна, заочно-дистанційна |

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 «Технології та проектування мереж мобільного зв'язку сучасних стандартів» має міждисциплінарний характер. Вона інтегрує, відповідно до свого предмету, знання з таких дисциплін: «Системи мобільного зв'язку», «Теорія електричних кіл та сигналів», «Технічна електродинаміка та поширення електромагнітних хвиль», «Схемотехніка пристроїв зв'язку», «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 актуальні безпроводові технології передачі даних, принципи побудови систем і мереж мобільного зв'язку, а також принципи їх роботи та методики проектування; |
|------------------------|--|

| | |
|--|--|
| | <p>2) розвиток умінь застосовувати базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів для проектування систем та мереж мобільного 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 | <p>– формування системних знань та розвиток умінь щодо актуальних безпроводових технологій передачі даних, принципів побудови систем і мереж мобільного зв'язку, принципів їх роботи та методик проектування, перспективи подальшого розвитку безпроводових технологій передачі даних.</p> |
| Компетентності, формуванню яких сприяє дисципліна | <ul style="list-style-type: none"> – Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях . – Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. – Здатність працювати в команді. – Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. – Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства. – Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм. – 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. – Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах. – Готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів. – Здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, систем електронних комунікацій та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування. |
| Результати навчання | <ul style="list-style-type: none"> – Знання теорій та методів фундаментальних та загально інженерних наук в об'ємі необхідному для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у системах та мережах електронних комунікацій. – Вміння застосовувати базові знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів у системах та мережах електронних комунікацій. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> – 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 системах та мережах електронних комунікацій. – Вміння проводити розрахунки елементів систем та мереж електронних комунікацій, інфокомунікаційних, 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. – Вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних систем електронних комунікацій, радіотехнічних систем та систем телевізійного і радіомовлення тощо. – Вміння використовувати системи моделювання та автоматизації схемотехнічного проектування для розроблення елементів, вузлів, блоків систем електронних комунікацій та радіотехнічних систем. |
| Обсяг дисципліни | Загальний обсяг дисципліни: 6 кредитів ЄКТС (180 годин). Для денної форми навчання: лекції – 32 години, практичні заняття – 22 годин, лабораторні заняття – 12 годин, самостійна робота – 114 годин. |
| Форма підсумкового контролю | Залік |
| Терміни викладання дисципліни | Відповідно до розкладу занять вибіркових компонент освітньої програми |

Програма дисципліни

| | |
|----------------|---|
| Тема 1. | <p><i>Тенденції розвитку мобільного зв'язку до 2030 р. і далі.</i></p> <p>Еволюція систем мобільних комунікацій. Чинники, що визначають розвиток мобільних комунікацій: нові застосунки, сервіси і бізнес; застосування методів і систем штучного інтелекту в МК; соціальна відповідальність і стійкість суспільства. Загальна концепція мереж 5G та 6G. Ключові показники ефективності мереж 5G та 6G.</p> |
| Тема 2. | <p><i>Третє покоління систем мобільного. Технології стандарту UMTS.</i></p> <p>Передумови створення UMTS. Структурна схема мережі UMTS. Мережа радіодоступу WCDMA UTRAN, основні елементи мережі, їх призначення. Спільне використання антен БС в стандарті UMTS. Основні технічні характеристики WCDMA UTRAN, особливості розділення каналів (DS-WCDMA-TDD). Радіоканали WCDMA UTRAN. Технологія HSPA (High Speed Packet Access). Технологія MIMO в UMTS. Застосування багатоантених систем. Особливості реалізації технології MIMO. Основні аналітичні аспекти MIMO-систем. Аналіз пропускну здатності MIMO-систем. Аналіз залежності пропускну здатності MIMO-радіоканалу від відношення сигнал/шум.</p> |
| Тема 3. | <p><i>Четверте покоління систем мобільного. Технології стандарту LTE.</i></p> <p>Етапи розвитку широкосмугових систем безпроводового зв'язку. LTE/E-UTRAN – загальна характеристика. Структурна схема сучасної інтегрованої мережі мобільного зв'язку. Архітектура мережі LTE/E-UTRAN. Призначення функціональних блоків мережі радіодоступу LTE/E-UTRAN. Смуги частот, виділені для розгортання мереж LTE. Багатостанційний доступ в LTE (поняття багатовимірної</p> |

| | |
|----------------|--|
| | ортогональної модуляції, модуляція OFDM). Технології OFDMA і SC-FDMA в LTE. Передача даних в низхідному каналі зв'язку в стандарті LTE (мультиплексування з поділом по ортогональних частотах (OFDM), частотно-часова «решітка»). Передача даних у висхідному каналі зв'язку в стандарті LTE (структура SC-FDMA-сигналу). Особливості LTE Advanced. |
| Тема 4. | <i>Технології п'ятого та шостого поколінь систем мобільного.</i> Передумови створення мереж безпроводового доступу 5G та 6G. Що таке мережі безпроводового доступу 5G та 6G? Очікуваний ефект від впровадження мереж безпроводового доступу 5G та 6G. Структура мережі радіодоступу 5G. Надщільні мережі радіодоступу 5G. Технологія Device-to-Device (D2D). Технологія Machine-to-Machine (M2M). Технологія Internet of Things (IoT). Технологія Internet of Vehicles (IoV). Технологія Multi-hop (Mesh-мережа). MIMO-технологія в мережах радіодоступу 5G та 6G. Особливості структури мережі 6G. Переваги та недоліки мереж 5G та 6G. |
| Тема 5. | <i>Особливості проектування мереж радіодоступу сучасних стандартів.</i> Загальні положення та визначення. Огляд сучасних програмних комплексів, що вирішують задачу проектування елементів мереж мобільного зв'язку. Алгоритм частотно-територіального планування (ЧТП) мереж мобільного зв'язку. Опис алгоритму ЧТП; вихідні дані, що необхідні для ЧТП. Поняття матриці електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів зв'язку; аналіз матриці електромагнітної сумісності. Проектування підсистеми радіодоступу сучасних широкосмугових систем мобільного зв'язку: особливості стандарту UMTS, що необхідно враховувати при проектуванні UTRAN; методика розрахунку ємності стільника при плануванні мережі UMTS; особливості проектування мереж радіодоступу E-UTRAN стандарту LTE; особливості розрахунку енергетичного бюджету радіолінії стандарту LTE; Оцінка зони радіопокриття БС і пропускної здатності для двох типів дуплексу — частотного (FDD) і часового (TDD). Особливості ЧТП в мережах E-UTRAN/LTE. |

Список рекомендованих джерел

Основна

1. Wen Tong, Peiying Zhu, “6G: The Next Horizon: From Connected People and Things to Connected Intelligence,” Cambridge University Press, Includes index. ISBN: 1108839320, 2021. – 490 p.
2. Nathan Blaunstein, Christos G. Christodoulou “Radio propagation and adaptive antennas for wireless communication links,” USA.: Includes index. ISBN-13: 978-0-471-25121-7, ISBN-10: 0-471-25121-6, TK7871.67. A33.B55 2007. – 614 p.
3. A. Mamta, R. Abhishek, S. Navrati, “Next Generation 5G Wireless Networks: A Comprehensive Survey,” *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 18, № 3, pp. 1617 – 1655, 2016.
4. Constantine A., “Balanis Modern antenna handbook,” USA.: Includes index. ISBN 978-0-470-03634-1 (cloth) 1. Antennas (Electronics) I. Title. TK7871.6.B354 2008. – 1700 p.

Додаткова

5. Rozhnovskiy M.V. Application of artificial intelligence method in adaptive antenna system / M.V. Rozhnovskiy, I. Yu. Rozhnovska // Radiotekhnika: All-Ukrainian interdepartmental scientific and technical collection. – 2023. – issue 215. – P. 77 – 85.
6. Rozhnovskiy M.V. Application of machine learning method in massive MIMO antenna technologies / Rozhnovskiy M.V., Rozhnovskaya I. Yu. // Advanced Technology in Information and Communication Engineering: International Conference, July, 18, 2023.: proc. of conf. – Odesa, Ukraine, 2023. – pp. 98 – 101.
7. Rozhnovskiy M. Application of the artificial intelligence method to implement the «smart antenna» concept / Rozhnovskiy M., Rozhnovska I., Solohub O., Taranenko A.// V International scientific and practical conference «Modern strategies of global scientific solutions», December 27-29, 2023.: proc. of conf. – Stockholm, Sweden, 2023. – pp. 142 – 145.
8. Рожновський М. В. Моделювання та аналіз явища завмирання сигналу на вході радіоприймача / М. В. Рожновський, Р. А Фокін // Цифрові технології. - 2017. - Вип. 22. - С. 52-55.
9. Рожновский М.В. Алгоритм проектування мережі радіодоступу системи стільникового зв'язку четвертого покоління /М.В. Рожновский, І.А. Дубина// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2015. — № 2. — С. 194 — 197.
10. Рожновский М.В. Обобщенная функциональная схема программного комплекса планирования сетей беспроводной связи /М.В. Рожновский// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2015. — № 1. — С. 209 — 213.

Інформація про консультації

Щовівторка протягом навчального року 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 | | | | |
| 60-63 | E | Задовільно | | | |
| 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.

Інші умови: Навчально-методичні матеріали дисципліни розміщені на платформі Moodle.