

[RE-21] РАДІОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	G - Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G5 - Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка
Освітня програма	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 4-го курсу, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 16 год, Практ. год, Лаб. 30 год, СРС. 74 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Титенко О. Т. , Лаб.: Титенко О. Т. ,
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програму навчальної дисципліни «Радіотехнічні системи» (РТС) складено відповідно до освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка.

Навчальна дисципліна належить до вибіркових.

Предмет навчальної дисципліни:

Вивчення основ побудови радіотехнічних систем передачі інформації.

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатності вирішувати основні питання побудови радіотехнічних систем зв'язку.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні **знати**:

основи побудови радіотехнічних систем, методів обробки сигналів в радіотехнічних системах, організацію багатоканальних систем, структури радіотехнічних систем.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні **вміти**:

аналізувати та створювати структури основних елементів радіотехнічних систем;
проектувати (розробляти) вузли аналого-цифрової апаратури.

Загальні компетентності

ЗК 01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК 04 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК 07 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетентності

ФК 01 Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства

ФК 03 Здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації.

ФК 04 Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм

ФК 12 Здатність проводити роботи з керування потоками навантаження інформаційно-телекомунікаційних мереж

ФК 14 Готовність до вивчення науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з тематики інвестиційного (або іншого) проекту засобів телекомунікацій та радіотехніки

ФК 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

ФК 16 Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні вузлів телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв і систем

ФК 20 Здатність обирати методи та засоби обробки інформації із застосуванням інтелектуальних технологій

ФК 21 Здатність до наскрізного підходу до розробки радіоелектронної апаратури

Програмні результати навчання

ПРН 01 Аналізувати та приймати обґрунтовані рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповнотою визначеності умов

ПРН 02 Застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах;

ПРН 13 Застосовувати фундаментальні і прикладні науки для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах

ПРН 14 Застосування розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування телекомунікаційних, радіотехнічних систем і пристроїв.

ПРН 20 Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно-програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційнотелекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

ПРН 23 Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно-програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційнотелекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

ПРН 24 Реалізовувати методи цифрового оброблення сигналів на програмному та апаратному рівнях

ПРН 25 Обирати та реалізовувати засоби та методи передачі інформації в мережах зв'язку та застосовувати мережеві технології

ПРН 26 Проектувати та реалізовувати елементи інтелектуальних технологій за допомогою програмно-конфігурованої апаратури

ПРН 27 Застосовувати основні методи та способи отримання інформації

ПРН 29 Обирати конфігурацію, структуру, основні складові вузли та елементи радіоелектронної апаратури в залежності від її призначення;

ПРН 30 Застосовувати комплексний підхід до проектування телекомунікаційної та радіоелектронної апаратури

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Перед початком вивчення курсу бажаним є проходження дисциплін «Радіопередавальні пристрої», «Радіоприймальні пристрої»....

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Основні поняття й положення теорії систем

Основні поняття теорії систем. Системні властивості. Класифікація систем. Технічні системи, основні поняття

Тема 2. Поняття радіотехнічних систем

Класифікація радіотехнічних систем. Структурна схема системи передачі інформації. Забезпечення ефективності радіотехнічних систем. Проблеми виявлення й оптимальної обробки сигналів. Проблема радіоелектронної боротьби. Електромагнітна сумісність РТС. Оптимізація й адаптація РТС

Тема 3. Основні показники РТС

Терміни та визначення. Основні технічні характеристики станцій РТС

Тема 4. Радіолінії

Міжнародний розподіл радіочастот. Таблиця розподілу частот. "Регламент радіозв'язку".

Тема 5. Багатоканальні системи зв'язку.

Загальні положення. Основи теорії багатоканальної передачі повідомлень. Частотний поділ каналів. Часовий поділ каналів. Поділ сигналів за формою

Тема 6. Радіорелейні системи.

Принципи побудови апаратури РРЛ. Ретранслятори. Конфігурації й методи резервування РРЛ. Енергетичні й якісні показники РРЛ. Перспективи розвитку РРЛ. Тропосферні радіорелейні системи. Особливості побудови станцій. Особливості радіоприймання сигналів в тропосферних радіорелейних системах.

Тема 7. Супутникові системи зв'язку.

Супутникові орбіти. Геостаціонарні супутники. Супутники на низьких навколоземних орбітах (LEOS) і супутники на середніх навколоземних орбітах (MEOS). Смуги частот. Якісні показники зв'язку. Конфігурації супутникової системи. Розподіл пропускної здатності. Супутникові ретранслятори. Модуляція й завадостійке кодування. Недоліки супутникового зв'язку.

Тема 8. Радіотехнічні системи рухомого зв'язку.

Загальні положення. Професійні системи рухомого радіозв'язку. Стільниковий зв'язок. Загальні положення. Системи 2G, 3G, 4G, 5G, 6G. Системи персонального радіовиклику. Системи бездротових телефонів.

РЕКОМЕНДОВАНИЙ ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Метою лабораторних занять є експериментальна перевірка теоретичних знань, набуття навиків розрахунку, дослідження, вимірювання та оцінки конкретних параметрів РТС.

Лабораторні заняття проводяться у вигляді комп'ютерного практикуму. Кожен студент має своє робоче місце (персональний комп'ютер). Завдання на лабораторні роботи студенти отримують заздалегідь. Перед початком заняття проводиться опитування для того, щоб оцінити готовність студента до проведення роботи. Після виконання роботи відбувається захист та обговорення отриманих результатів. Оформляється звіт по лабораторній роботі

Приблизна тематика занять:

1. Ознайомлення з програмою Radio Mobile.
2. Розрахунок радіотрас адміністративного району.
3. Ознайомлення з програмами моніторингу систем мобільного зв'язку.

РЕКОМЕНДОВАНИ ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Основними цілями контрольних робіт є: заохочування студентів до ритмічної роботи на протязі семестру та перевірка набутих знань. Передбачається проведення одної контрольної роботи. Індивідуальні контрольні завдання формуються по відповідним розділам дисципліни та оцінюються в балах, які становлять одну із складових стартового рейтингу.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

- 1). О. О. Семенова. Системи рухомого зв'язку. Навчальний посібник – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 185 с.
- 2). Наритник Т. М., Почерняєв В. М., Повхліб В. С. Цифрові радіорелейні та тропосферні лінії зв'язку (основи розрахунку): навчальний посібник. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2019. – 164с.
- 3). Браїловський В.В., Рождественська М.Г. Багатоканальні системи передачі інформації. – Навчальний посібник – Чернівці: Чернів. нац. ун-т, 2017. – 140с.
- 4). Голь В.Д., Ірха М.С. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: навчальний посібник. Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 250 с.
- 5). Альошин Г. В., Панченко С. В., Приходько С. І. Оптимізація цифрових систем передачі: Підручник. – Харків: УкрДУЗТ, 2019. – 142 с.
- 6). Brian J. Henderson, P. Eng. Radio Mobile. Program Operating Guide. VE6ZS, Calgary, Alberta, Canada. December 30, 2011

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань(перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Тема 1. Основні поняття й положення теорії систем Основні поняття теорії систем. Системні властивості
2	Тема 1. Основні поняття й положення теорії систем (продовження) Класифікація систем. Технічні системи.
3	Тема 2. Поняття радіотехнічних систем Класифікація радіотехнічних систем.
4	Тема 3. Основні характеристики радіотехнічних систем Терміни та визначення. Основні технічні характеристики станцій РТС. Тема 4. Радіолінії Міжнародний розподіл радіочастот. Таблиця розподілу частот. "Регламент радіозв'язку".
5	Тема 5. Багатоканальні системи зв'язку. Основи теорії багатоканальної передачі повідомлень. Частотний поділ каналів.
6	Тема 5. Багатоканальні системи зв'язку (продовження). Часовий поділ каналів. Системи циклової синхронізації. Практичні групові сигнали ЧасПК.
7	Тема 5. Багатоканальні системи зв'язку (продовження). Поділ сигналів за формою. Методи одержання складних сигналів.
8	Тема 5. Багатоканальні системи зв'язку (продовження). Одержання складних сигналів з допомогою частото-часового кодування. Практичні сигнали з кодовим поділом.
9	Тема 6. Радіорелейні системи. Принципи побудови апаратури РРЛ. Ретранслятори. Конфігурації й методи резервування РРЛ. Перспективи розвитку РРЛ. Тропосферні радіорелейні системи.
10	Тема 7. Супутникові системи зв'язку. Супутникові орбіти. Геостаціонарні супутники. Супутники на низьких навіколоземних орбітах (LEOS) і супутники на середніх навіколоземних орбітах (MEOS). Смуги частот. Якісні показники зв'язку. Конфігурації супутникової системи. Розподіл пропускну здатності.
11	Тема 7. Супутникові системи зв'язку (продовження). Супутникові ретранслятори. Модуляція й завадостійке кодування. Недоліки супутникового зв'язку

12	Тема 8. Радіотехнічні системи рухомого зв'язку. Загальні положення. Професійні системи рухомого радіозв'язку.
13	Тема 8. Радіотехнічні системи рухомого зв'язку (продовження). Стільниковий зв'язок. Загальні положення. Системи 2G, 3G
14	Тема 8. Радіотехнічні системи рухомого зв'язку (продовження). Стільниковий зв'язок. Системи 4G, 5G, 6G
15	Тема 8. Радіотехнічні системи рухомого зв'язку (продовження). Системи персонального радіовиклику. Системи бездротових телефонів.

5 Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять формування у студентів відповідних умінь та досвіду.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Ознайомлення з програмою Radio Mobile.
2	Розрахунок радіотрас адміністративного району.
3	Ознайомлення з програмами моніторингу систем мобільного зв'язку.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Тема 1. Основні поняття й положення теорії систем Завдання на СРС: Технічні системи, класифікація. [1, стор. 11]	4
2	Тема 2. Радіолінії Завдання на СРС: Міжнародний розподіл радіочастот. Таблиця розподілу частот. "Регламент радіозв'язку". [1, стор. 51]	4
3	Тема 3. Основні показники РТС Завдання на СРС: Терміни та визначення. Основні технічні характеристики станцій РТС. [1, стор. 51]	4
4	Тема 4. Поняття радіотехнічних систем Завдання на СРС: Класифікація радіотехнічних систем. [1, стор. 69]	4
5	Тема 5. Багатоканальні РТС Завдання на СРС: Поділ сигналів за формою. [1, стор. 80]	12
6	Тема 6. Радіорелейні системи. Завдання на СРС: Конфігурації й методи резервування РРЛ. Енергетичні й якісні показники РРЛ. Перспективи розвитку РРЛ. [1, стор. 148]	8
7	Тема 7. Тропосферні радіорелейні системи Завдання на СРС: Побудова модемів [9, стор. 156]	4
8	Тема 8. Супутникові РТС Завдання на СРС: Модуляція й завадостійке кодування. [9, стор. 156]	10
9	Тема 10. РТС рухомого зв'язку Завдання на СРС: Перспективні системи рухомого зв'язку. Системи персонального радіовиклику. Системи бездротових телефонів. [9, стор. 191]	16

Індивідуальні завдання

У якості індивідуального завдання програмою передбачено розрахункову роботу. Студентам пропонується розрахувати трасу радіорелейної системи. Отримані результати є вхідними даними для виконання лабораторних робіт.

Контрольні роботи

Для кредитного модуля РТС навчальним планом передбачений модульний контроль, що виконується шляхом проведення контрольних робіт. Їх мета – перевірка якості набутих знань та якості виконання самостійної роботи. Контрольні роботи проводяться як самостійна робота студентів.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних)

Обов'язковими до відвідування та виконання є лабораторні роботи. У разі пропуску цих занять, їх слід відпрацьовувати під час консультацій, або з іншими групами. У разі пропуску лекцій, слід проходити і здавати тести по матеріалам пропущеного заняття. Матеріали лекцій та відео розміщуються на LMS.

Захист лабораторних робіт

Лабораторні роботи захищаються у день виконання лабораторної роботи. Студент отримує дві оцінки. Перша за активність та ініціативність під час виконання лабораторної роботи та індивідуального заняття. Друга за захист та відповідь на контрольні запитання.

Захист індивідуальних завдань

В межах самостійної роботи студенти виконують завдання по матеріалам лекцій. За результатами перевірки слухачі курсу отримують коментарі від викладача та оцінку. Індивідуальні завдання не перездаються.

Заохочувальні та штрафних балів та політика щодо академічної доброчесності

Найбільш активні студенти та студенти, які виконують окремі завдання зразково можуть отримати до 10 балів до семестрового рейтингу.

Штрафні бали застосовуються у разі видавання чужої роботи за свою з обов'язковим подальшим її переопрацюванням.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі пропуску кінцевих термінів здачі завдань для слухачів курсу зменшується максимальний бал по завданням на 10 %.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

1. Відвідування лекцій та ведення конспекту.
2. Виконання та захист лабораторних робіт.
3. Виконання модульної контрольної роботи.
4. Виконання розрахункової роботи
5. Складання екзамену.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання:

1. Відвідування лекцій та ведення конспекту.

Відвідування лекцій та ведення конспекту:

Виконання розрахункової роботи.

Максимальна кількість балів за виконання РР: 15 балів.

1. Лабораторні роботи.

Робота виконана повністю, захищена: максимум 25 балів.

Робота не виконана на занятті або не захищена вчасно: мінус 5 балів.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи: 20 балів.

Студенти, що не виконали РР, до виконання лабораторної роботи не допускаються (робота вважається не виконаною та не захищеною вчасно).

1. Модульна контрольна робота.

Ваговий бал модульної контрольної роботи: 10 балів.

Заохочувальні бали

Творчий підхід та високий рівень знань: додатково до +10 балів.

Розрахунок шкали рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру:

$$= 5 + 15 + 20 + 10 + 10 = 60 \text{ балів.}$$

Екзамен: (два теоретичних питання: 10+10=20 балів, задача: 20 балів).

Рейтингова шкала з дисципліни складає:

.Рейтингова шкала з дисципліни РТС складає 100 балів.

- Необхідною умовою допуску до екзамену є відсутність заборгованостей по курсу, а також стартовий рейтинг не менше 30 балів.
- Студент, що отримав на екзамені менше 10 балів (або за одне з 3-х питань отримав 0 балів) вважається таким, що отримав підсумкову оцінку «незадовільно» незалежно від семестрового рейтингу.
- Календарна атестація студента проводиться за значенням поточного рейтингу на момент атестації. Якщо значення цього рейтингу не менше 50% від максимально можливого на момент проведення атестації, то студент вважається задовільно атестованим.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

.

Перелік питань на екзамен

1. Організації стандартизації в галузі телекомунікацій
2. Основні поняття теорії систем
3. Системні властивості. Класифікація систем
4. Технічні системи, основні поняття

5. Міжнародний розподіл радіочастот
6. Таблиця розподілу частот. "Регламент радіозв'язку"
7. Основні терміни та визначення РТС
8. Основні технічні характеристики станцій РТС
9. Класифікація радіотехнічних систем
10. Структурна схема системи передачі інформації
11. Забезпечення ефективності радіотехнічних систем
12. Проблеми виявлення й оптимальної обробки сигналів
13. Проблема радіоелектронної боротьби
14. Електромагнітна сумісність РТС
15. Оптимізація й адаптація РТС
16. Загальні положення багатоканальних РТС
17. Основи теорії багатоканальної передачі повідомлень
18. Частотний поділ каналів в багатоканальних РТС
19. Часовий поділ каналів в багатоканальних РТС
20. Поділ сигналів за формою в багатоканальних РТС
21. Принципи побудови апаратури РРЛ
22. Ретранслятори РРЛ
23. Конфігурації й методи резервування РРЛ
24. Енергетичні й якісні показники РРЛ
25. Перспективи розвитку РРЛ
26. Тропосферні радіорелейні системи. Особливості побудови станцій.
27. Особливості радіоприймання сигналів в тропосферних радіорелейних системах
28. Супутникові орбіти РТС
29. Геостаціонарні супутники
30. Супутники на низьких навіколоземних орбітах (LEOS) і супутники на середніх навіколоземних орбітах (MEOS)
31. Смуги частот супутникових РТС
32. Якісні показники зв'язку супутникових РТС
33. Конфігурації супутникової системи*
34. Розподіл пропускної здатності супутникових РТС
35. Супутникові ретранслятори
36. Модуляція й завадостійке кодування супутникових РТС
37. Недоліки супутникового радіозв'язку
38. Радіосистеми, що використовують іоносферне розсіювання радіохвиль і відбиття від слідів метеорів
39. Професійні системи рухомого радіозв'язку. Основні характеристики*
40. Система TETRA
41. Організація стільникової мережі
42. Багаторазове використання частот в стільниковій мережі
43. Збільшення пропускної здатності в стільниковій мережі
44. Функціонування стільникової системи
45. Ефекти поширення радіохвиль у мобільному зв'язку
46. Перемикання у мобільному зв'язку
47. Регулювання потужності в стільниковій мережі
48. Регулювання трафіка в стільниковій мережі
49. Стандарт GSM – 2G. Основні характеристики
50. Стандарт CDMA – 3G. Основні характеристики
51. Стандарт LTE – 4G. Основні характеристики
52. Стандарт LTE – 5G, 6G. Основні характеристики
53. Системи персонального радіовиклику
54. Системи бездротових телефонів

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Лабораторія 508-17

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Титенко О. Т.](#);

Ухвалено кафедрою ПРЕ (протокол № 06/2025 від 25.06.2025)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06/2025 від 26.06.2025)