



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Супутникові системи передачі

### Шифр та назва спеціальності

105 – Прикладна фізика та наноматеріали

### Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

### Освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали для енергетики, медицини, радіоелектроніки та телекомунікацій

### Кафедра

Радіоелектроніка (164)

### Рівень освіти

магістр

### Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), Вибіркова

### Семестр

2

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Кузьменко Наталія Олексіївна

[Nataliia.Kuzmenko@khp.edu.ua](mailto:Nataliia.Kuzmenko@khp.edu.ua)

Кандидат історичних наук; доцент,  
завідувачка кафедри радіоелектроніки

Досвід роботи – 19 років.

Автор понад 30 наукових та навчально-методичних праць.

Провідний лектор з дисциплін: «Метрологія та радіовимірювання», «Радіоавтоматика», «Теорія інформації», «Радіоприймальні пристрої в радіофізиці».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Значна увага під час вивчення дисципліни приділяється засвоєнню принципів дії основних елементів та вузлів радіорелейних та супутникових систем передачі інформації. Важливим є вміння студентів використовувати сучасні досягнення теорії і практики вживання таких систем, а також інформаційних технологій (пошук необхідної інформації в Інтернеті, користування сучасним програмним забезпеченням). Закріплення теоретичних знань, придбання практичних навичок роботи з апаратурою, виконання розрахунків, та вміння користуватися довідковими матеріалами забезпечуються під час проведення практичних занять.

### Мета та цілі дисципліни

В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати основні принципи, термінологію і розрахункові співвідношення в радіорелейних і супутникових системах передач, уміти розробляти і ефективно застосовувати різні функціональні вузли і блоки радіорелейних станцій, вільно орієнтуватися у всьому різноманітті засобів, знати особливості їх експлуатації і правильного застосування.

## Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

## Компетентності

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК6. Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем.

СК7. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

## Результати навчання

Р01. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики.

Р05. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики.

Р06. Відшукувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

Р11. Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні.

Р12. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Зміст дисципліни базується на знанні таких загальнонаукових і технічних дисциплін як вища математика, фізика, електромагнітні системи, радіотехнічні кола та сигнали, електродинаміка.

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Тема 1. Структура радіосистем передач.

Класифікація радіосистем передачі (РСП). Особливості використання радіорелейних і супутникових РСП. Структурна схема радіостовбура і призначення елементів схеми.

Плани розподілу частот для прийому і передачі. Види модуляції.

#### Тема 2. Поширення радіохвиль.

Область простору, істотна при розповсюдженні радіохвиль. Рефракція радіохвиль, поняття про еквівалентний радіус Землі. Вплив віддзеркалення від гладкої поверхні Землі на множник ослаблення при поширенні радіохвиль в межах прямої видимості. Вплив рельєфу місцевості при розповсюдженні радіохвиль в умовах рефракції. Поширення радіохвиль на радіорелейних, тропосферних і супутникових лініях передачі. Поширення радіохвиль у вільному просторі.

Множник ослаблення в реальних умовах. Вплив тропосфери на поширення радіохвиль.

Поширення радіохвиль на РРЛ прямої видимості. Урахування рельєфу місцевості в умовах рефракції радіохвиль. Статистичні характеристики множника ослаблення. Поширення радіохвиль

на тропосферних станціях. Поширення радіохвиль на супутникових лініях.

### Тема 3. Антено-фідерні тракти систем передачі.

Антенні системи. Діаграма спрямованості антен і КНД. Основні типи антен, що використовуються. Структурна схема антено-фідерних трактів. Схеми пристроїв об'єднання і роз'єднання стовбурів Фідерні тракти. Основні елементи фідерних трактів.

### Тема 4. Апаратура систем передачі з ЧРК і ВРК.

Основні елементи крайової апаратури. Крайова апаратура цифрових стовбурів. Структурна схема крайової станції, призначення елементів. Тракти проміжної частоти Перетворювачі частоти і підсилювачі потужності НВЧ коливачів. Структурна схема ретранслятора гетеродинного типу Вхідні пристрої приймачів. Змішувачі. Гетеродини НВЧ. Експлуатаційні вимірювання. Підсилювачі потужності СВЧ РРСП. Їх параметри. Структурні схеми трактів посилення високої і проміжної частоти, призначення елементів.

### Тема 5. Завади й спотворення.

Завади й спотворення в аналогових системах. Шуми в телефонних каналах. Перехідні завади. Складання шумів. Лінійні спотворення. Завади й спотворення в цифрових системах.

### Тема 6. Завмирання сигналу.

Методи боротьби із завмираннями сигналу, їх класифікація. Швидкі завмирання. Методи боротьби із завмираннями в аналогових РСП. Комбінування рознесених сигналів. Методи рознесення сигналів для боротьби із завмираннями. Структурна схема зведеного прийому з автовибором. Структурна схема зведеного прийому з лінійним складанням сигналів. Методи боротьби із завмираннями в цифрових системах передачі.

### Тема 7. Радіорелейні системи передачі прямої видимості.

Апаратура внутрішньозонових радіорелейних систем. Структурна схема РРЛ прямої видимості. План частот РРЛ прямої видимості. Характеристика цифрових РСП. Методика випробувань і особливості розрахунку шумів. Резервування в РРСП і додаткове устаткування. Устаткування для телевізійного обслуговування, службового зв'язку і електроживлення.

### Тема 8. Тропосферні радіорелейні системи передачі.

Механізми розсіяння радіохвиль в тропосфері і їх використання тропосферних станціях. Формування ширококутового сигналу в тропосферних СП. Вплив багатопроменевої на роботу тропосферних СП.

### Тема 9. Супутникові системи передачі.

Закони Кеплера. Особливості орбіт супутників зв'язку. Особливості передачі сигналів в супутникових системах зв'язку. Принципи побудови системи супутникових СП з тимчасовим розділенням сигналів. Структурна схема бортових ретрансляторів і особливості їх роботи. Структурна схема земних станцій. Орбіти ІСЗ. Зона радіовидимості. Особливості передачі сигналів ССП. Багатостанційний доступ з розділенням часу. Енергетичний розрахунок ССП. Особливості бортових ретрансляторів ІСЗ. Земні станції ССП. Діючі ССП. Міжнародна система ІНМАРСАТ.

### Тема 10. Електромагнітна сумісність РРЛ і супутникових систем передачі.

Види завад і ЕМС радіоелектронних засобів. Завади радіопередавачів і побічні канали прийому. Забезпечення ЕМС радіоелектронних засобів, методи поліпшення ЕМС. Заходи для усунення взаємних радіозавад супутникових і радіорелейних СП. ЕМС радіорелейних і супутникових систем передачі. Координаційна відстань і координаційний контур.

## Теми практичних занять

Тема 1. Структура радіосистем передачі

Тема 2. Поширення радіохвиль на радіорелейних, тропосферних і супутникових лініях передачі.

Тема 3. Антено-фідерні тракти систем передачі.

Тема 4. Завади та спотворення.

Тема 5. Методи боротьби із завмираннями сигналу.

Тема 6. Радіорелейні системи передачі прямої видимості. Тропосферні радіорелейні системи передачі (ТРРСП).

Тема 7. Супутникові системи передачі.

Тема 8. Електромагнітна сумісність радіорелейних і супутникових систем передачі.

## Теми лабораторних робіт

Не передбачено.

## Самостійна робота

1. Опрацювання матеріалів лекцій, та практичних занять - 32 год.
2. Підготовка до контрольної роботи, заліку - 10 год.
2. Підготовка реферату - 10 год.
3. Опрацювання тем, винесених на самостійне вивчення - 20 год.

## Література та навчальні матеріали

1. Гнатушенко В. В. Системи супутникового та стільникового зв'язку : навч. посіб. / В. В. Гнатушенко, О.О. Дробахін, В.М. Корчинський. – Д.: РВВ ДНУ, 2012. – 80 с.
2. Ніколаєнко Б. А., Пелешок Є. В. Сучасні супутникові системи зв'язку : навч. посібник. К.: ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 146 с.
3. Супутникові радіонавігаційні системи : навч. посіб. / авт. кол. : І. В. Корнієнко, В. І. Богомя, О. І. Терещук, С. П. Корнієнко. - Чернігів : Черніг. Нац. Технол. Ун-т, 2014. - 280 с.
4. Семенова О. О. Системи рухомого зв'язку : навч. посіб. / О. О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Белов. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 185 с.
5. Антени та поширення радіохвиль в мережах стільникового мобільного зв'язку : навч. посіб. / В. В. Ємельянов, Є. В. Рогожкін, Н. О. Кузьменко, В. В. Томак ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – 168 с.
6. Лінії радіозв'язку та антенні пристрої : навч. посіб. / М. Д. Ільїнов, Т. Г. Гурський, І. В. Борисов, К. М. Гриценко. – К.: ВІТІ, 2018. – 250 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Відвідування лекцій та практичних занять - 20 балів.

Контрольна робота - 50 балів.

Реферат - 30 балів.

Залік: 2 питання, усна відповідь.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено



Завідувачка кафедри  
Наталія КУЗЬМЕНКО



Гарант ОП  
Сергій МАЛИХІН