



# СИСТЕМИ РАДІОПРОТИДІЇ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17
Спеціальність	
Освітня програма	
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	заочна/дистанційна
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кред. 150 год. (Лекц. 10 год, Лаб. 4 год, СРС. 136 год )
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/МКР/ДКР
Розклад занять	
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Катін Павло Юрійович, <a href="mailto:pv72ka@gmail.com">pv72ka@gmail.com</a> , моб. +38(098)202-08-11 Лабораторні: к.т.н., доцент Катін Павло Юрійович,
Розміщення курсу	

### Програма навчальної дисципліни

**1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати.** Метою вивчення дисципліни (кредитного модуля) «Системи радіопротидії» є надання студентам знань і навиків для самостійного вивчення принципів роботи існуючих і перспективних систем радіопротидії та їх практичного застосування.

Предметом навчальної дисципліни (модуля) є радіотехнічні системи, технічні засоби і системи радіопротидії.

Вивчення дисципліни (кредитний модуль) дозволяє студентам:

- використовувати математичний апарат для опису і аналізу сигналів і радіо завад у часовій і частотній областях;
- визначати вплив радіо завад на складові радіотехнічних систем і способи захисту від них;
- методи і засоби виявлення джерел радіо завад, радіопротидії і захисту радіотехнічних систем.

*Програмні результати дисципліни (модуля) дозволяють:*

- використовувати фундаментальні знання для інженерних розрахунків з питань радіопротидії;*
- застосовувати спектральний метод для опису корисних сигналів і радіо завад, проводити аналіз і вимірювання;*
- знати та застосовувати відповідні методи і засоби для виявлення радіо завад;*
- знати теоретичні основи і основи застосовування технічних засобів радіопротидії;*
- знати та вміти будувати схему захисту радіотехнічних систем;*
- знати принципи використання новітніх технологій у галузі радіопротидії.*

*Компетенції, відповідно ПОЗ.*

*ПРН 8 Поєднувати застосовування сучасних методів для розроблення енергозберігаючих пристроїв з мінімальним рівнем випромінювання, що забезпечують безпеку життєдіяльності людей та їхній захист від можливих наслідків електромагнітного випромінювання.*

*.ПРН 17 Виконувати обрахунки параметрів сигналів та процесів радіотехнічних комп'ютеризованих систем, аналізувати втрати при поширенні сигналу у навколишньому просторі на основі спеціального програмного забезпечення та технологій машинного навчання.*

*ПРН 18 Виконувати підготовку технічного завдання для проектування радіотехнічних комп'ютеризованих систем, з урахуванням вимог замовника проекту.*

*ПРН 22 Визначати структуру систем радіопротидії відповідно до цільового призначення, розраховувати зони подавлення ліній безпосереднього радіозв'язку та радіолокаційних систем, розв'язувати типові задачі щодо прикриття об'єктів активними завадами.*

*ПРН 23 Розробляти структуру та визначати основні параметри сучасних цифрових радіолокаційних систем у відповідності до вимог їх функціонального призначення.*

*ФК3 Здатність до системного мислення, вирішення задач розробки, оптимізації та удосконалення структурних елементів радіотехнічних систем.*

*ФК7 Здатність демонструвати та застосовувати на практиці знання методів моделювання динамічних систем, оцінки ефективності радіотехнічних систем.*

*ФК21 Здатність аналізувати вразливість радіоелектронних засобів, оцінювати ефективність завад, прогнозувати вплив завад на радіоелектронні системи, комплексно застосовувати системи радіопротидії, проводити системно-інформаційний аналіз процесу радіопротидії.*

*ФК22 Здатність застосовувати методи, способи і алгоритми цифрової обробки радіолокаційної інформації в сучасних радіолокаційних системах.*

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

**Успішне вивчення дисципліни (кредитного модуля) ґрунтується на дисциплінах:** "Гібридні та монолітні інтегральні пристрої мікрохвильового діапазону", "Сучасні радіонавігаційні системи та комплекси", "Радіолокаційні системи з цифровою обробкою сигналів".

Отримані під час засвоєння дисципліни (залікового модуля) теоретичні знання та практичні навички необхідні для розробки магістерської дисертації.

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Тема 1. Теоретичні засади систем радіопротидії. (Фундаментальні елементи і спектральний метод)*

*Тема 2. Методи і засоби виявлення радіо завад.*

*Тема 3. Системи і засоби радіопротидії.*

*Тема 4. Особливості методів і засобів радіопротидії радіолокаційних систем.*

Тема 5. Методи і засоби захисту радіолокаційних систем

Тема 6. Особливості методів і засобів радіопротидії бездротових систем передачі інформації.

Тема 7. Методи і засоби захисту бездротових систем передачі інформації.

Тема 8. Особливості методів і засобів радіопротидії радіокерованих рухомих об'єктів.

Тема 9. Перспективи розвитку систем радіопротидії.

Екзамен

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література:

1. Основи теорії електронних кіл: Підручник (друге видання: доопрацьоване і доповнене) / Ю.Я. Бобало, Б.А. Мандзій, П.Г. Стахів, Л.Д. Писаренко, Ю.І.Якименко; За ред. проф. Ю.І. Якименка. – Київ: Видавництво Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, 2011. – 332 с. ISBN 978-966-622-481-4  
<https://lpnu.ua/sites/default/files/2015/6/10/news/9653/tytlzmist.pdf>
2. Форкун Я. Б., Глебов М.Л.. Конспект лекцій з курсу «Теорія електричних та магнітних кіл» (для студентів усіх форм навчання спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології) / – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, – 2017. – 124 с.
3. Сигналы и процессы в радиотехнике. Ч. 4. Статистическая радиотехника. Конспект лекций / Сост. А. С. Макаренко, С. Н. Литвинцев. — К. : НТУУ «КПИ», 2012. — 104 с.
4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Радіотехнічні кола і сигнали" для студентів спеціальності "Радіотехніка". Частина III // Укл. Ф.Д. Любич, Ю.Г. Кулешов, О.С. Макаренко. — К.: КПІ, 1993. — 36 с.

##### Додаткова література:

1. *Electronic Warfare and Radar Systems Engineering Handbook* by Avionics Department. OCTOBER 2013 NAVAL AIR WARFARE CENTER WEAPONS DIVISION POINT MUGU, CA 93042
2. *ELECTRONIC WARFARE FUNDAMENTALS. Det 8, ACC TRSS 4349 Duffer Drive, Ste 437. Nellis AFB NV 89191-700.*

#### Навчальний контент

##### 1. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента) 14 год.

№.	Тип занять	Опис змісту заняття
<b>Тема 1. Теоретичні засади систем радіопротидії.</b>		
1	Лекція 1. Фундаментальні засади систем радіопротидії.	Характеристики типових сигналів радіотехнічних систем Особливості будови радіолокаційних систем і систем бездротової передачі інформації.
2	Лабораторна робота 1.	Розрахунок спектру радіо завади і спектру корисного сигналу.
<b>Тема 2. Методи і засоби виявлення радіо джерел випромінювання.</b>		
3	Лекція 2. Теоретичні засади методів і засобів виявлення	Призначення і основні задачі виявлення радіо джерел. Теорія оптимального виявлення сигналів.

	<i>радіо джерел.</i>	<i>Види сигналів.</i>
4=	<i>Лабораторна робота 2.</i>	<i>Моделювання радіо завади і корисного сигналу з використанням прикладного програмного забезпечення.</i>
<i>Тема 3. Системи і засоби радіопротидії.</i>		
5=	<i>Лекція 3. Системи і засоби радіопротидії на основі активних перешкод</i>	<i>Загальні відомості про активні завади. Активні завади радіотехнічними системами (РТС) що працюють у режимі супроводження по напрямку. Активні завади РТС, що працюють у режимі супроводження по дальності і по швидкості.</i>
<i>Тема 4. Особливості методів і засобів радіопротидії радіолокаційним системам.</i>		
6=	<i>Лекція 4. Особливості роботи і будови радіолокаційних систем</i>	<i>Види і класифікація радіолокаційних систем. Основи будови радіолокаційних систем. Особливості формування, прийому і обробки сигналів в радіолокаційних системах.</i>
7==	<i>ДКР</i>	<i>Дослідження впливу радіозавади на модель радіотехнічної системи.</i>
<i>Midterm Test</i>		
<i>Тема 5. Методи і засоби захисту радіолокаційних систем.</i>		
8=	<i>Лекція 5. Загальні відомості о методах і засобах захисту радіолокаційних систем.</i>	<i>Класифікація методів і засобів захисту радіолокаційних систем. Компенсація радіоперешкод. Захист приймальних каналів від перевантаження. Частотна селекція.</i>
<i>Тема 6. Особливості методів і засобів радіопротидії бездротових систем передачі інформації.</i>		
<i>Тема 7. Методи і засоби захисту бездротових систем передачі інформації</i>		
9==	<i>МКР</i>	<i>Моделювання роботи бездротової системи передавання інформації та дослідження впливу радіо завад.</i>
<i>Тема 8 Особливості методів і засобів радіопротидії радіокерованих рухомих об'єктів.</i>		
<i>Тема 9. Перспективи розвитку систем радіопротидії</i>		

Екзамен

**6. Самостійна робота студента/аспіранта**

**6.1 Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента) самостійна робота студента над темами (36 годин)**

Дисципліна ґрунтується на самостійних підготовках до аудиторних занять на теоретичні та практичні теми.

№.	Напрямок самостійної роботи	Опис змісту, література і кількість годин
<i>Тема 1. Теоретичні засади систем радіопротидії.</i>		
1	<i>Спектральний метод опису сигналів і завад</i>	<i>Амплітудо-частотний і фазо-частотний спектр послідовності прямокутних відео і радіоімпульсів. Спектр амплітудно-модульованого сигналу. Застосування інтегралу Фур'є для розрахунку спектру сигналів. Спектр корисного сигналу радіотехнічних систем і спектр радіо завад [1-5], 2 год.</i>
<i>Тема 2. Методи і засоби виявлення радіо джерел випромінювання.</i>		
2	<i>Технічні рішення методів і засобів виявлення радіо джерел.</i>	<i>Розділення сигналів. Вимірювання частоти сигналів. Визначення напрямку на джерела випромінювання. Визначення місця знаходження джерела випромінювання [1-5], 2 год.</i>
3		<i>Розрахунок спектру радіо завади і спектру корисного сигналу ч 2 [1-5] 2 год.</i>
<i>Тема 3. Системи і засоби радіопротидії.</i>		
4	<i>Системи і засоби радіопротидії пасивного і комплексного типу.</i>	<i>Загальні відомості про пасивні і комплексні засоби постановки завад. Пасивна радіопротидія з використанням дипольних відбивачів, хибних об'єктів, пасивного радіоперевипромінювання. Зміна властивостей середовища розповсюдження радіохвиль [1-5], 2 год.</i>
<i>Тема 4. Особливості методів і засобів радіопротидії радіолокаційним системам.</i>		

5	<i>Особливості радіозавод для радіолокаційних систем</i>	<i>Активні завади радіолокаційних систем. Пасивні завади радіолокаційних систем. Перспективи розвитку постановки завад для радіолокаційних систем [1-5], 2 год.</i>
<i>Midterm Test</i>		
<i>Тема 5. Методи і засоби захисту радіолокаційних систем.</i>		
6	<i>Лекція 10. Технічна реалізація методів і засобів захисту радіолокаційних систем.</i>	<i>Поляризаційна селекція як спосіб захисту від активних завад. Просторова селекція корисного сигналу. Амплітудна селекція. Часова селекція [1-5], 2 год.</i>
7		<i>Моделювання роботи радіолокаційної станції та дослідження впливу радіо завад Ч 1 [1-5], 2 год.</i>
<i>Тема 6. Особливості методів і засобів радіопротидії бездротових систем передачі інформації.</i>		
8	<i>Лекція 7. Особливості роботи і будови сучасних бездротових систем передавання інформації.</i>	<i>Види і класифікація бездротових систем передавання інформації. Основи будови бездротових систем передавання інформації. Особливості формування, прийому і обробки сигналів в системах [1-5], 2 год.</i>
9	<i>Лекція 8. Особливості радіозавод для сучасних бездротових систем передавання інформації.</i>	<i>Активні завади сучасних бездротових систем передавання інформації. Пасивні завади сучасних бездротових систем передавання інформації. Перспективи розвитку постановки завад [1-5], 2 год.</i>
10		<i>Моделювання роботи радіолокаційної станції та дослідження впливу радіо завад Ч 2[1-5], 2 год.</i>
<i>Тема 7. Методи і засоби захисту бездротових систем передачі інформації</i>		
11	<i>Лекція 13. Загальні відомості о методах і засобах захисту сучасних бездротових систем передавання інформації.</i>	<i>Класифікація методів і засобів захисту сучасних бездротових систем передавання інформації. Компенсація радіоперешкод. Захист приймальних каналів від перевантаження. Частотна селекція[1-5], 2 год.</i>
12	<i>Лекція 14. Технічна реалізація методів і</i>	<i>Організаційні заходи для захисту інформації від активних перешкод [1-5], 2</i>

	<i>засобів захисту сучасних бездротових систем передавання інформації.</i>	<i>год.</i>
<i>Тема 8 Особливості методів і засобів радіопротидії радіокерованих рухомих об'єктів.</i>		
<i>13</i>	<i>Лекція 7. Особливості роботи і будови сучасних радіокерованих рухомих об'єктів.</i>	<i>Види і класифікація сучасних радіокерованих рухомих об'єктів. Основи будови системи управління і передачі інформації сучасних радіокерованих рухомих об'єктів. Особливості формування, прийому і обробки сигналів в сучасних радіокерованих рухомих об'єктів[1-5], 2 год.</i>
<i>14</i>	<i>Лекція 16. Загальні відомості о методах і засобах захисту сучасних радіокерованих рухомих об'єктів.</i>	<i>Класифікація методів і засобів захисту радіокерованих рухомих об'єктів. Компенсація радіоперешкод. Захист приймальних каналів від перевантаження. Частотна селекція [1-5], 2 год.</i>
<i>15</i>		<i>Моделювання роботи радіокерованого рухомого об'єкту та дослідження впливу радіо завад [1-5], 2 год.</i>
<i>Тема 9. Перспективи розвитку систем радіопротидії</i>		
<i>16</i>	<i>Лекція 17. Види архітектури і технологій сучасних радіотехнічних систем.</i>	<i>Види перспективних радіолокаційних систем. Перспективи розвитку бездротової передачі інформації. Перспективи розвитку систем радіо керування рухомими об'єктами [1-5], 2 год.</i>
<i>17</i>	<i>Лекція 18. Тенденції розвитку систем радіопротидії.</i>	<i>Фінальний огляд матеріалу. Висновки. Перспективи розвитку технологій створення радіо завад і захисту від них. Створення прототипів технічних рішень для захисту РТС від завад. [1-5], 4 год.</i>

## 6.2 Підготовка до аудиторних (100 годин)

№	Напрямок самостійної підготовки	Кількість годин	Література
1	Підготовка до лекції 1	10	1-5
2	Підготовка до ЛР 1	10	1-5
3	Підготовка до лекції 2	10	1-5
4	Підготовка до лекції 3	10	1-5
5	Підготовка до ЛР 2	10	1-5
6	Підготовка до лекції 4	10	1-5
7	Підготовка до лекції 5	10	1-5
8	Підготовка ДКР	15	1-5
9	Підготовка МКР	15	1-5

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекційних занять є обов'язковим. В умовах особливого стану питання щодо відвідування лекційних занять і інших аспектів політики може бути змінено.

Відвідування занять комп'ютерного практикуму може бути епізодичним та за потреби консультації/захисту робіт комп'ютерного практикуму.

Правила поведінки на заняттях: активність, повага до присутніх, відключення телефонів.

Дотримання політики академічної доброчесності.

Правила захисту робіт комп'ютерного практикуму: роботи повинні бути зроблені відповідно до поставлених задач та згідно з варіантом.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів є наступними. Заохочувальні бали нараховуються за:

- точні та повні відповіді в опитуваннях за матеріалами лекцій (максимальна кількість балів за опитування - 3 бали).

Студенти мають можливість отримати знання з окремих тем та розділів навчальної дисципліни на навчальних курсах платформи Coursera (<https://www.coursera.org>), Prometheus (<https://prometheus.org.ua>) та ін., у якості змішаного чи додаткового навчання згідно Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті (<https://osvita.kpi.ua/node/179>).

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

Протягом семестру студенти виконують 5 комп'ютерних практикумів. Максимальна кількість балів за кожний комп'ютерний практикум: 10 балів.

Бали нараховуються за:

- якість виконання комп'ютерного практикуму: 0-5 бали;



- відповідь під час захисту комп'ютерного практикуму: 0-3 бали;
- своєчасне представлення роботи до захисту: 0-2 бали.

Критерії оцінювання якості виконання:

- 5 бали – робота виконана якісно, в повному обсязі;
- 4 бали – робота виконана якісно, в повному обсязі, але має недоліки;
- 3 бали – робота виконана в повному обсязі, але містить незначні помилки;
- 2 бали – робота виконана в повному обсязі, але містить суттєві помилки;
- 0 балів – робота виконана не в повному обсязі.

Критерії оцінювання відповіді:

- 3 бали – відповідь повна, добре аргументована;
- 2 бали – відповідь вірна, але має недоліки або незначні помилки;
- 1 бал – у відповіді є суттєві помилки;
- 0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

Критерії оцінювання своєчасності представлення роботи до захисту:

- 2 бали – робота представлена до захисту не пізніше вказаного терміну;
- 0 балів – робота представлена до захисту пізніше вказаного терміну.

Максимальна кількість балів за виконання та захист комп'ютерних практикумів:

10 балів × 5 комп. практ. = 50 балів.

Протягом семестру на лекціях відбуваються **опитування за темою поточного заняття**.

Максимальна кількість балів за всі опитування: 3 бали. Кількість **опитування за темою поточного заняття** для одного студента є необмеженою.

Завдання на **модульну контрольну роботу** складається з 3 теоретичних та 2 практичних запитань. Відповідь на кожне запитання оцінюється 10 балами.

Критерії оцінювання кожного запитання контрольної роботи:

- 9-10 балів – відповідь вірна, повна, добре аргументована;
- 7-8 балів – відповідь вірна, розгорнута, але не дуже добре аргументована;
- 5-6 балів – в цілому відповідь вірна, але має недоліки;
- 3-4 балів – у відповіді є незначні помилки;
- 1-2 бали – у відповіді є суттєві помилки;
- 0 балів – немає відповіді або відповідь невірна.

Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу:

10 балів × 5 запитань = 50 балів.

Рейтингова шкала з дисципліни дорівнює:

$R = R_c = 50 \text{ балів} + 50 \text{ балів} = 100 \text{ балів}$ .

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 15 балів (50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до першої атестації).

На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 20 балів (50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до другої атестації).

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю:

При семестровому рейтингу ( $R_c$ ) не менше 60 балів та зарахуванні усіх робіт комп'ютерного практикуму, студент отримує залік «автоматом» відповідно до таблиці (Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою). В іншому разі він має виконувати залікову контрольну роботу.

Необхідною умовою допуску до залікової контрольної роботи є виконання і захист комп'ютерного практикуму.

Якщо студент не погоджується з оцінкою «автоматом», то може спробувати підвищити свою оцінку шляхом написання залікової контрольної роботи, при цьому його бали, отримані за семестр, зберігаються, а з двох отриманих студентом оцінок виставляється краща («м'яка» система оцінювання).

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)**

*Для роботи можуть бути використані різні операційні системи за бажанням студента і по узгодженню з викладачем.*

*У випадку бажання студента використовувати у комп'ютерному практикумі інші мови програмування або технології вони можуть бути включені як додатковий елемент у базову архітектуру розподіленого веб-застосунку.*

*Дистанційний курс навчальної дисципліни - <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=6925>*

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

***Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):***

***Складено доцент, к.т.н., доцент, Катін Павло Юрійович***

***Ухвалено кафедрою протокол №06/23 від 22.06.2023***

***Погоджено методичною комісією факультету/ІНІ (протокол № 06-2023 від 29.06.2023 )***