



# [RE-203] ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ



## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 - Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	172Б PCI - Радіосистемна інженерія (ЄДЕБО id: 7350)172Б ІКР - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 49228)172Б ІКР+ - Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія (ЄДЕБО id: 57910)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4,5 кред. (Лекц. 36 год, Практ. 18 год, Лаб. 18 год, СРС. 63 год )
Семестровий контроль/контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	<a href="https://rozklad.kpi.ua">https://rozklad.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська / Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: <a href="#">Сушко О. Ю.</a> , Практ.: <a href="#">Сушко О. Ю.</a> , Лаб.: <a href="#">Сушко О. Ю.</a> ,
Розміщення курсу	<a href="https://drive.google.com/drive/folders/1z4P2owpOWuXgHFWSHbNvcm_o4Jzu2rDk?usp=sharing">https://drive.google.com/drive/folders/1z4P2owpOWuXgHFWSHbNvcm_o4Jzu2rDk?usp=sharing</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

З активним розвитком і мініатюризацією електроніки проблеми EMC набувають все більшої актуальності.

Курс розкриває сутність причин виникнення проблеми EMC в сучасних радіоелектронних системах та шляхи їх подолання та основ управління радіочастотним спектром.

Мета викладання дисципліни – ознайомити студентів з проблемою EMC, розглянути питання аналізу електромагнітного оточення, забезпечити EMC сукупностей РЕЗ, навчитися основам управління РЧС.

В даному курсі студенти навчаться оцінювати сприйнятливість радіоелектронних приладів та систем до завад різного роду та визначати основні технічні методи компенсації завадного оточення. За допомогою сучасних технічних засобів визначити рівень небажаних випромінювань радіоелектронних приладів та систем та встановити їх відповідність нормам.

Після успішного проходження курсу студенти набувають наступні вміння та знання:

- структури міжнародної та національної таблиць радіочастот та основні підходи до управління радіочастотним спектром;
- основних механізмів та особливостей поширення корисних радіосигналів та завад різних діапазонів частот;
- технічних методів зменшення завад в радіоелектронних системах;
- принципів частотно-територіального рознесення та частотного планування комунікаційних мереж;
- методів моделювання електромагнітної сумісності в сучасному програмному забезпеченні;
- проводити оцінку електромагнітної сумісності при завадній дії двох та більше радіотехнічних систем різних типів
- розраховувати енергетичні характеристики поширення радіозавад та корисних сигналів;
- провести оцінку електромагнітної сумісності одно- та багатозарових друкованих плат.

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

Перед проходженням даного курсу студентам рекомендується освоїти матеріал курсу «Анени та пристрої НВЧ», а також розуміти принцип дії та основні характеристики приймальних та передавальних пристроїв.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

ВСТУП. Характеристика проблеми EMC. Європейська директива №89/336.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ВИКОРИСТАННЯМ РАДІОЧАСТОТНОГО РЕСУРСУ (УВРЧР)

Тема 1.1. Управління використанням радіочастотного ресурсу на міжнародному рівні.

Тема 1.2. Управління використанням радіочастотного спектру на національному рівні.

Тема 1.3. Економічні методи управління використанням РЧС.

Тема 1.4. Принципи і особливості прикордонної координації.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ

Тема 2.1. Випромінювання на виході пристроїв формування та генерації сигналу (РпдП) та їх нормування.

Тема 2.2. Характеристики радіоприймальних пристроїв (РпрП), що впливають на EMC, та їх нормування.

Тема 2.3. Вирішальна роль антен у формуванні електромагнітного оточення.

Тема 2.4. Особливості поширення радіохвиль різних діапазонів частот.

Тема 2.5. Внутрішньосистемна EMC.

Тема 2.6. Просторово-енергетичний аналіз завадного взаємного впливу двох радіотехнічних систем різних типів.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ EMC РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ

Тема 3.1. Методи визначення захисних відношень.

Тема 3.2. Критерії EMC для різних служб та умови їхнього виконання.

Тема 3.3. Розрахунок норм частотно-територіального рознесення (ЧТР) і призначення частотних каналів для РЕЗ.

Тема 3.4. Автоматизація управління використанням радіочастотного спектру.

Домашня контрольна робота з розділів №1–3

РОЗДІЛ 4. МЕТОДИ ЧАСТОТНОГО ПЛАНУВАННЯ МЕРЕЖ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ТА РАДІОМОВЛЕННЯ

Тема 4.1. Принципи частотного планування мереж радіозв'язку та радіомовлення.

Тема 4.2. Методи частотного планування мереж звукового (ЗВ) та телевізійного (ТВ) мовлення.

Тема 4.3. Методи частотного планування мереж рухомого зв'язку.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ EMC РЕЗ ПРИ ВПЛИВІ ЗАВАД У СИСТЕМАХ ЗВ'ЯЗКУ

Тема 5.1. Забезпечення EMC за допомогою одноканальних компенсаторів завад.

Тема 5.2. Забезпечення EMC РЕЗ за допомогою двохканальних компенсаторів завад у системах

зв'язку із ЧМ.

Тема 5.3. Забезпечення EMC РЕЗ за допомогою пристроїв подавлення імпульсних завад (ІЗ).

Тема 5.4. Подавлення ІЗ у системах зв'язку із частотним рознесенням.

Тема 5.5. Застосування нанотехнологій для вирішення задач EMC.

**РОЗДІЛ 6. ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЗ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ EMC**

Тема 6.1. Оптимізація РЕЗ за критеріями EMC.

Тема 6.2. Комп'ютерне моделювання EMC.

Тема 6.3. Задачі динамічного програмування у системах зв'язку.

**РОЗДІЛ 7. ОРГАНІЗАЦІЯ СЛУЖБИ РАДІОКОНТРОЛЮ**

Тема 7.1. Роль і місце радіоконтролю (РК) у системі УВ РЧС.

Тема 7.2. Короткий огляд систем управління використанням РЧС і радіоконтролю деяких країн.

Тема 7.3. Вітчизняна система радіоконтролю. Закон України "Про зв'язок".

Тема 7.4. Компоненти станцій радіоконтролю фірми Thomson-CSF .

Тема 7.5. Методи вимірювання характеристик сигналів систем радіозв'язку та радіомовлення.

Тема 7.6. Пеленгація й визначення місця розташування джерел випромінювань.

Тема 7.7. Вплив рослинності на точність відліку пеленгу.

Тема 7.8. Специфіка радіоконтролю супутникових ліній.

**РОЗДІЛ 8. МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ EMC РЕЗ, ЯКІ РОЗТАШОВАНІ НА ОДНОМУ ОБ'ЄКТІ**

Тема 8.1. Загальна характеристика проблеми забезпечення внутрішньо-об'єктової EMC РЕЗ.

Тема 8.2. Технічні параметри РЕЗ, що впливають на їх EMC.

Тема 8.3. Методи аналізу EMC РЕЗ, розташованих на одному об'єкті.

Тема 8.4. Розрахунок припустимої потужності радіозавад на вході РпрП.

Тема 8.5. Розрахунок розв'язки між близько розташованими антенами.

Тема 8.6. Технічні методи зменшення завад у комплексі РЕЗ об'єкту.

**РОЗДІЛ 9. ІНДУСТРІАЛЬНІ РАДІОЗАВАДИ**

Тема 9.1. Рецептори індустріальних радіозавад (ІРЗ)

Тема 9.2. Класифікація ІРЗ.

Тема 9.3. Нормування ІРЗ.

Тема 9.4. Вимірювані параметри ІРЗ.

Тема 9.5. Нормативні документи.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

...

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

...

#### **6. Самостійна робота студента**

...

### **Політика та контроль**

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

...

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

Рейтингова система оцінювання складається із наступних трьох компонент:

1) індивідуальне диференційоване оцінювання виконання лабораторних робіт - 5 робіт по 6 балів - 30 балів

2) домашня контрольна робота - 10 балів

3) вивчення і презентація матеріалів актуальних наукових досліджень в області EMC (на основі статей із міжнародних журналів/конференцій) - 10 балів

4) бонусні бали за активну участь у навчальному процесі

**Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою**

<b>Кількість балів</b>	<b>Оцінка</b>
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)**

...

**Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни**

Курс EMC РЕЗ забезпечений повним циклом із 5-ти лабораторних робіт, що проводяться на базі антенної лабораторії, а саме:

- 1) Дослідження коефіцієнта зв'язку антен, – де студенти проводять вимірювання взаємних завад двох РЕЗ та вивчають вплив екранування на завади.
- 2) Дослідження побічних випромінювань пристроїв формування та генерування сигналів, – де вимірюється АЧХ генератора сигналів та повний спектр побічних випромінювань і їх характеристики
- 3) Дослідження покриття WIFI та сприйнятливості WIFI з'єднання мобільного телефону до завад, – де студенти проводять вимірювання згасання сигналу з відстанню, рівень сигналу WIFI за допомогою мобільного телефону та експериментально визначають завадозахищеність WIFI з'єднання.
- 4) Дослідження рівня випромінювання радіоелектронних засобів, – де вивчається рівень таких РЕЗ як НВЧ піч та мобільний телефон.
- 5) Дослідження електромагнітного спектру до 1.7 ГГц за допомогою програмно контрольованого радіоприймача (SDR) та селективного вольтметра, – де студенти за допомогою ноутбука та SDR приймача досліджують характеристики ефірних сигналів радіомовлення та телебачення з використанням різних антен.

---

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** [Сушко О. Ю.](#);

**Ухвалено** кафедрою PI (протокол № 06/2023 від 23.06.2023 )

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