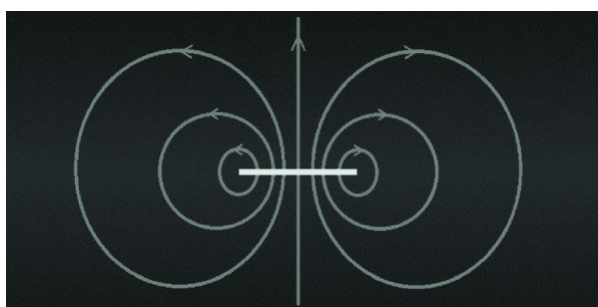




[RE-51] ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	17 – Електроніка та телекомунікації
Спеціальність	172 Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	"Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія"
Статус дисципліни	Обов'язкова компонента циклу професійної підготовки /Professional training cycle
Форма навчання	очна (денна), очна прискорена
Рік підготовки, семестр	3 рік, 6-й семестр (очна); 2 рік 4-й семестр (очна прискорена)
Обсяг дисципліни	120 годин / 4 кредити ECTS (Лекц. 36 год, Практ. 18 год, Лаб. 18 год, СРС.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua
Мова викладання	українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лек.: Сушко О.Ю. PhD, доцент, доцент кафедри PI Лаб.: Сушко О.Ю. PhD, доцент, доцент кафедри PI
Профіль викладача	
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=454

Програма навчальної дисципліни

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

З активним розвитком і мініатюризацією електроніки проблеми ЕМС набувають все більшої актуальності. Курс розкриває сутність причин виникнення проблеми ЕМС в сучасних радіoeлектронних системах та шляхи їх подолання та основ управління радіочастотним спектром.

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

В даному курсі студенти навчатися оцінювати сприйнятливість радіoeлектронних приладів та систем до завад різного роду та визначати основні технічні методи компенсації завадного оточення. За допомогою сучасних технічних засобів визначити рівень небажаних випромінювань радіoeлектронних 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 радіoeлектронних 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 багатошарових друкованих плат.

Відповідно до освітньо-професійних програм (ОПП) першого «бакалаврського» рівня вищої освіти, після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають набути наступних програмних компетентностей:

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК-02 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК-07 – Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетентності (ФК)

ФК-17 – Здатність застосовувати сучасні САПР для проєктування, конструктивного синтезу та високоефективної багатопараметричної оптимізації антен, активних та пасивних пристроїв НВЧ.

ФК-20 – Здатність вибирати параметри випадкового сигналу та оптимізувати канал зв'язку за необхідним критерієм при наявності шумів та завад, проводити інженерні розрахунки основних характеристик випадкових сигналів та пристроїв для їх обробки.

ФК-22 – Здатність аналізувати архітектуру, розраховувати параметри та формулювати вимоги до складових частин сучасних мобільних інфокомунікаційних систем 4G.

Програмні результати навчання (ПРН)

Згідно ОПП першого «бакалаврського» рівня вищої освіти в результаті засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати наступні програмні результати навчання:

ПРН-01 – Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов.

ПРН-05 – Навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації і даних.

ПРН-17 – Розуміння та дотримання вітчизняних і міжнародних нормативних документів з питань розроблення, впровадження та технічної експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем.

ПРН-21 – Забезпечувати надійну та якісну роботу інформаційно-комунікаційних мереж,

телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

ПРН-29 – Проводити інженерну оцінку та виробляти рекомендації для забезпечення електромагнітної сумісності декількох НВЧ систем.

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

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

3. Зміст навчальної дисципліни

1. ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ВИКОРИСТАННЯМ РАДІОЧАСТОТНОГО РЕСУРСУ
2. ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ
3. МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕМС РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ
4. МЕТОДИ ЧАСТОТНОГО ПЛАНУВАННЯ МЕРЕЖ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ТА РАДІОМОВЛЕННЯ
5. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕМС РЕЗ ПРИ ВПЛИВІ ЗАВАД У СИСТЕМАХ ЗВ'ЯЗКУ
6. ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЗ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕМС
7. ОРГАНІЗАЦІЯ СЛУЖБИ РАДІОКОНТРОЛЮ
8. МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕМС РЕЗ, ЯКІ РОЗТАШОВАНІ НА ОДНОМУ ОБ'ЄКТІ
9. ІНДУСТРІАЛЬНІ РАДІОЗАВАДИ

Курс ЕМС 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 WI-FI та сприйнятливості WI-FI з'єднання мобільного телефону до завад, – де студенти проводять вимірювання згасання сигналу з відстанню, рівень сигналу WI- FI за допомогою мобільного телефону та експериментально визначають завадозахищеність WI- FI 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.

4. Навчальні матеріали та ресурси

- 1) Іванов В.О. "Електромагнітна сумісність радіоелектронної апаратури", 2014, SBN: 978-966-598-859-5.
- 2) Електромагнітна сумісність у системах електропостачання: Підручник / І. В. Жежеленко, А. К. Шидловський, Г. Г. Півняк, Ю. Л. Саєнко.-Д, Нац. гірнич. ун-т, 2009.-319 с.: іл. ISBN 978-966-350-153-6.
- 3) Черніхов Ю.В. Електромагнітна сумісність технічних засобів в АСУ ТП: Навч. допомога. - Дніпропетровськ: ГППОпром, 2007. - 80 с.
- 4) Володимирів В.І., Докторів А.Л., Елізарів Ф.В. та ін., Електромагнітна сумісність радіоелектронних засобів і систем. Під ред. Н.М. Царькова.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для кожної теми курсу вказані відповідні літературні джерела. Студентам рекомендовано після лекції

додатково пропрацьовувати самостійно відповідні матеріали. На практичних заняттях проводиться детальне пояснення практичних аспектів курсу і студентам рекомендовано активно долучатись до обговорення і задавати уточнюючі запитання. Також на практичних заняттях проводиться огляд актуальних вебінарів на тематику ЕМС.

В ДКР входять два завдання по матеріалам як лекційних так і практичних занять. ДКР виконується у письмовій формі, а оцінювання проходить через індивідуальну бесіду із студентом для оцінки повноти розуміння матеріалу.

Додатково для кращого засвоєння матеріалу проводяться відповідні консультації протягом семестру, так і перед іспитом і лабораторними роботами.

6. Самостійна робота студента

Студенти повинні виконати завдання для підготовки до виконання та захисту лабораторних робіт з курсу.

Окремі теми також виносяться на самостійне опрацювання із можливістю задати питання викладачу по цим темам на консультаціях.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних та лабораторних занять є обов'язковим згідно Положення про організацію освітнього процесу КПІ ім. Ігоря Сікорського. У разі хвороби студент зобов'язаний представляти довідку про термін проходження лікування, оформлену належним чином, з установи, де проходило лікування. У інших випадках (наприклад, сімейні обставини) питання вирішується в індивідуальному порядку з викладачем. Матеріал занять, які були з тих чи інших причин пропущені, необхідно опановувати самостійно. Для допомоги студентам в СДН <http://dtsp.kiev.ua> та <https://do.ipi.kpi.ua/course/view.php?id=454> містяться посилання на відеозаписи всіх лекцій.

Пропущені контрольні заходи

Подання результатів лабораторних робіт є обов'язковим. Несвоєчасне подання дає нульову оцінку. У разі несвоєчасного подання з поважних причин (наприклад, хвороби), підтверджених відповідними документами, студент має можливість написати контрольний захід в інший узгоджений з викладачем термін без зниження оцінки.

Студент може отримати залік автоматом на основі отриманих балів протягом семестру.

Оголошення результатів контрольних заходів

Результати виконання самостійних робіт проставляються в СДН Moodle і оголошуються кожному студенту окремо у присутності або у дистанційній формі та супроводжуються оціночними листами (в СДН Moodle), в яких студенти можуть побачити свою оцінку за певними критеріями, а також позначення основних помилок та коментарі до них.

Залік проводиться в письмовій формі із особистою бесідою із студентом. Залік також може проводитися у формі тестів та завдань з використанням можливостей СДН Moodle.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість поставити будь-яке питання, яке стосується процедури проведення та/або оцінювання контрольних заходів, та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши, з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

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

Для допуску до заліку обов'язковим є: захист всіх лабораторних робіт, ДКР(МКР), та презентація вибраної теми, що відбувається на практичних заняттях.

- лабораторні роботи - 40 (5 шт по 8 балів)
- ДКР - 10 балів
- Презентація вибраної теми - 10 балів

Протягом семестру студенти можуть набрати максимум 60 балів. 40 балів виноситься на екзамен. Екзамен проходить в письмовій формі із індивідуальною усною бесідою.

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)

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

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

- Дослідження коефіцієнта зв'язку антен, – де студенти проводять вимірювання взаємних завад двох РЕЗ та вивчають вплив екранування на завади.
- Дослідження побічних випромінювань пристроїв формування та генерування сигналів, – де вимірюється АЧХ генератора сигналів та повний спектр побічних випромінювань і їх характеристики.
- Дослідження покриття WI-FI та сприйнятливості WI-FI з'єднання мобільного телефону до завад, – де студенти проводять вимірювання згасання сигналу з відстанню, рівень сигналу WI-FI за допомогою мобільного телефону та експериментально визначають завадозахищеність WI-FI з'єднання.
- Дослідження рівня випромінювання радіоелектронних засобів, – де вивчається рівень таких РЕЗ як НВЧ піч та мобільний телефон.
- 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 РІ (протокол № 06/2025 від 24.06.2025)

Погоджено методичною комісією факультету/ІНІ (протокол № 06/2025 від 25.06.2025)