



# [RE-307] ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ. ЧАСТИНА 1



## 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 ІТР - Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки (ЄДЕБО id: 49229)172Б ІТР+ - Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки (ЄДЕБО id: 57907)
Статус дисципліни	Нормативна
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4,5 кред. (Лекц. 36 год, Практик. 18 год, Лаб. 54 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
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: <a href="#">Новосад А. А.</a> , Практ.: <a href="#">Новосад А. А.</a> , Лаб.: <a href="#">Новосад А. А.</a> , СРС.: <a href="#">Новосад А. А.</a>
Розміщення курсу	

### Програма навчальної дисципліни

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

Метою вивчення дисципліни є формування у здобувачів системного підходу до процесу проектування інтелектуальної радіоелектронної апаратури з врахуванням суперечливості

вимог до її конструкції, системотехнічних та схемотехнічних вимог. Вивчається вплив призначення, об'єкту встановлення, принципу дії та умов експлуатації на прийняття проектних рішень. На основі системного підходу здобувачі мають отримати навички здійснення аналізу та синтезу конструкцій інтелектуальної РЕА, створення їх фізичних (теплових, вологісних, механічних, електродинамічних та ін.) та математичних моделей, а також розраховувати їх з урахуванням діалектичного підходу при вирішенні проектно – конструкторських завдань.

Одним з основних завдань дисципліни є також надання студентам навичок по розробці та оформленню текстової та графічної конструкторської документації.

Також дисципліна передбачає опанування технологій, методик та засобів проектування, розробки та оформлення конструкторської документації.

В результаті проходження дисципліни у студентів формуються наступні загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 03. Здатність планувати та управляти часом.
- ЗК 04. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- ЗК 05. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово
- ЗК 07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Фахові компетентності (ФК):

- ФК 01. Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства.
- ФК 02. Здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки.
- ФК 04. Здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм.
- ФК 06. Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах.
- ФК 14. Готовність до вивчення науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з тематики інвестиційного (або іншого) проекту засобів телекомунікацій та радіотехніки.
- ФК 16. Здатність застосовувати стандартні методи розрахунку при проектуванні вузлів

телекомунікаційних та радіотехнічних пристроїв і систем

- ФК 25. Здатність обґрунтовано вибрати САПР для виконання аналізу, розрахунку, оптимізації вихідних характеристик математичних та схемних моделей аналогових та цифрових пристроїв в залежності від діапазону частот з урахуванням факторів зовнішнього впливу, використовувати інформаційні ресурси Internet для отримання математичних та конструкторських моделей радіокомпонент від виробників виходячи від оцінки особливостей передачі інформації в радіомережах.

Програмні результати навчання (ПРН):

- 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 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 03. Визначати та застосовувати у професійній діяльності методики випробувань інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів.
- ПРН 05. Навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації і даних.
- ПРН 07. Грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки.
- ПРН 08. Описувати принципи та процедури, що використовуються в телекомунікаційних системах, інформаційно-телекомунікаційних мережах та радіотехніці.
- ПРН 09. Аналізувати та виконувати оцінку ефективності методів проектування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.
- ПРН 11. Застосовувати міжособистісні навички для взаємодії з іншими людьми та залучення їх до командної роботи.
- ПРН 13. Застосовувати фундаментальні і прикладні науки для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах.
- ПРН 14. Застосовування розуміння основних властивостей компонентної бази для забезпечення якості та надійності функціонування телекомунікаційних, радіотехнічних систем і пристроїв.
- ПРН 16. Застосування розуміння основ метрології та стандартизації у галузі телекомунікацій та радіотехніки у професійній діяльності.

- 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 18. Знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук.
- ПРН 19. Здійснювати стандартні випробування інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів.
- ПРН 20. Пояснювати принципи побудови й функціонування апаратно-програмних комплексів систем керування та технічного обслуговування для розробки, аналізу і експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.
- ПРН 21. Забезпечувати надійну та якісну роботу інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.
- ПРН 22. Контролювати технічний стан інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем у процесі їх технічної експлуатації з метою виявлення погіршення якості функціонування чи відмов, та його систематична фіксація шляхом документування.
- ПРН 31. Застосовувати основи конструювання радіоелектронної апаратури інтелектуальних систем та новітню компонентну базу, матеріали при проектуванні радіоелектронної апаратури інтелектуальних систем.

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

Дисципліна базується на результатах вивчення дисциплін

- Наскрізна розробка інтелектуальної техніки
- Бездротові технології РЕА
- Елементи інтелектуальної РЕА в інтелектуальних системах

Забезпечує здійснення дипломного проектування

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Розділ 1. Методологічні основи проектування інтелектуальної РЕА

Тема 1.1 Класифікація та вимоги до РЕА. Особливості інтелектуальної РЕА

Тема 1.2 Організація проектно – конструкторських робіт.

Тема 1.3 Особливості проектування РЕА різного призначення та ієрархічного рівня.

Розділ 2. Надійність інтелектуальної РЕА

Тема 2.1 Показники надійності невідновлюваної та відновлюваної РЕА.

Тема 2.2 Способи підвищення надійності. Резервування.

### Розділ 3. Забезпечення електромагнітної сумісності інтелектуальної РЕА

- Тема 3.1 Аналіз характеру електромагнітних завад та методів забезпечення EMC.
- Тема 3.2 Компонування інтелектуальної РЕА. Заземлення в РЕА.
- Тема 3.3 Екранування електромагнітних завад.
- Тема 3.4 Схемотехнічні методи забезпечення EMC.

### Розділ 4. Забезпечення нормального теплового режиму РЕА.

- Тема 4.1 Принципи теплообміну, його моделювання та види теплових моделей.
- Тема 4.2 Методи та засоби забезпечення нормальних теплових режимів.

### Розділ 5. Забезпечення вологісних режимів РЕА.

- Тема 5.1 Вологісні режими експлуатації РЕА. Вплив вологи на параметри РЕА.
- Тема 5.2. Методи забезпечення вологісних режимів РЕА.

### Розділ 6. Забезпечення механічної стійкості конструкції РЕА.

- Тема 6.1 Механічні моделі РЕА.
- Тема 6.2 Забезпечення міцності друкованих вузлів РЕА.
- Тема 6.3 Системи віброізоляції.

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

1. Фізико-теоретичні основи проектування радіоелектронної апаратури [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою "Інформаційно-обчислювальні засоби радіоелектронних систем" спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. Г. Губар, І. О. Адаменко. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 221 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/34778>
2. Конспект лекцій з дисципліни "Основи проектування електронної апаратури" для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітні програми «Радіоелектронні апарати та засоби» та «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки») усіх форм навчання / Уклад.: Поспеєва І.Є., Фурманова Н.І., – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 78 с.
3. Конструювання і технологія виробництва систем телекомунікацій: Конспект лекцій для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» усіх форм навчання/ Євсіна Н.О., Дудник А.В. - Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 36 с.
4. О.Л.Коренівська, В.Б. Бенедицький. Теорія надійності, експлуатації та ремонту радіоелектронної та телекомунікаційної техніки. Навчальний посібник. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2020. – 180 с.

## **Навчальний контент**

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

#### Розділ 1. Методологічні основи проектування інтелектуальної РЕА

- Лекція 1. Вступ. Класифікація та вимоги до РЕА. Особливості інтелектуальної РЕА.
- Лекція 2. Організація проектно – конструкторських робіт.
- Практична робота 1. Складання технічного завдання на проектування
- Лекція 3. Особливості проектування РЕА різного призначення та ієрархічного рівня.
- Лабораторна робота 1. Дослідження експлуатаційних допусків на вихідний параметр РЕА

#### Розділ 2. Надійність інтелектуальної РЕА

Лекція 4. Показники надійності невідновлюваної та відновлюваної РЕА.  
Лекція 5. Способи підвищення надійності. Резервування.  
Практична робота 2. Розрахунок надійності модуля РЕА.  
Лабораторна робота 2. Граничні випробування РЕА

### Розділ 3. Забезпечення електромагнітної сумісності інтелектуальної РЕА

Лекція 6. Аналіз характеру електромагнітних завад та методів забезпечення EMC.  
Лекція 7. Компонування інтелектуальної РЕА. Заземлення в РЕА.  
Практична робота 3. Розрахунки рівня завад в лініях передачі.  
Лекція 8. Екранування електромагнітних завад.  
Практична робота 4. Проектування електромагнітних екранів.  
Лекція 9. Схемотехнічні методи забезпечення EMC.  
Лабораторна робота 3. Ефективність екранування  
Лабораторна робота 4. Вплив конструкції шин заземлення на параметри РЕА

### Розділ 4. Забезпечення нормального теплового режиму РЕА.

Лекція 10. Принципи теплообміну, його моделювання та види теплових моделей.  
Лекція 11. Методи та засоби забезпечення нормальних теплових режимів.  
Практична робота 5. Розрахунок радіатора охолодження  
Лабораторна робота 5. Ефективність радіаторів охолодження

### Розділ 5. Забезпечення вологісних режимів РЕА.

Лекція 12. Вологісні режими експлуатації РЕА. Вплив вологи на параметри РЕА.  
Лекція 13. Методи забезпечення вологісних режимів РЕА.  
Практична робота 6. Розрахунок часу вологозахисту  
Лабораторна робота 6. Вплив вологи на параметри РЕА

### Розділ 6. Забезпечення механічної стійкості конструкції РЕА.

Лекція 14. Механічні моделі РЕА.  
Лекція 15. Забезпечення міцності друкованих вузлів РЕА.  
Практична робота 7. Розрахунок резонансних частот механічних коливань друкованого модуля  
Лекція 17. Системи віброізоляції.

## 6. Самостійна робота студента

Види самостійної роботи: опрацювання матеріалів лекцій; завершення виконання по завдань, розглянутих на практичних роботах; теоретична підготовка до лабораторних робіт; виконання домашньої контрольної роботи.

## Політика та контроль

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

#### Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали

Ключовими заходами при викладанні дисципліни є ті, які формують семестровий рейтинг студента. Тому студенти повинні своєчасно виконувати завдання на практичних заняттях, писати контрольну роботу у відведений для цього час. Штрафні бали з дисципліни не передбачено. Заохочувальні бали студент може отримати за поглиблене вивчення окремих тем курсу, що може бути представлено у вигляді наукових тез, наукової статті, есе, презентації тощо, а також за активну участь у дискусіях на практичних та лекційних заняттях. Але сума заохочувальних балів не може перевищувати 10 % рейтингової шкали.

## **Відвідування занять та поведінка на заняттях**

Бали за присутність на лекції не додаються, штрафні бали за пропуски занять не передбачено. На заняттях студенту дозволяється користуватись інтерактивними засобами навчання, в т.ч. виходити в Інтернет із метою пошуку навчальної або довідкової інформації, якщо це передбачено тематикою завдання. Активність студента на парах, його готовність до участі в обговоренні навчальних питань може бути оцінена заохочувальними балами на розсуд викладача. Студенти повинні не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

## **Пропущені контрольні заходи**

Для перевірки ступеню засвоєння теоретичного матеріалу студентами та вміння використовувати отримані знання при вирішенні практичних завдань, передбачено проведення контрольної роботи. Якщо контрольні заходи пропущені з поважних причин (хвороба або вагомі життєві обставини), студенту надається можливість додатково скласти контрольне завдання протягом найближчого тижня. Повторне написання контрольної роботи не допускається. В разі порушення термінів і невиконання завдання з неповажних причин, студент не допускається до складання заліку в основну сесію.

## **Політика дедлайнів та перескладань**

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких формажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

## **Політика академічної поведінки і етики**

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях. 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>. Політика щодо академічної доброчесності докладно описано у Кодексі Честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Це передбачає, що студент бере повну відповідальність за те, що всі виконані ним завдання відповідають принципам академічної доброчесності.

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

Оцінювання ґрунтується на застосуванні рейтингової системи оцінювання, яка передбачає систематичну роботу студентів протягом семестру. Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- виконання практичних робіт (7 робіт),
- виконання лабораторних робіт (6 робіт),
- виконання модульної контрольної роботи (МКР),
- виконання домашньої контрольної роботи (ДКР).

### **Критерії нарахування балів.**

Виконання практичних робіт оцінюється максимум 3 бали за кожну роботу. 3 бали – бездоганна робота, повне розв'язання поставленої задачі з усіма коментарями та оформленням. 2 бали - є недоліки у виконанні роботи, помилки в розрахунках, невірні пояснення. 1 бал - є доволі суттєві недоліки у виконанні роботи, робота виконана невчасно.

Виконання лабораторних робіт оцінюється максимум 4 бали за кожну роботу. З них 1 бал за підготовку до роботи, знання теоретичного матеріалу, 2 бали за проведення вимірювань,

побудову графіків залежностей, проведення розрахунків, 1 бал - за оформлення звіту та захист роботи. Наявність озінок зі всіх захищених лабораторних робіт є умовою допуску до заліку.

Виконання МКР оцінюється максимум в 25 балів. МКР проводиться у вигляді тесту. Наявність позитивної оцінки з МКР є умовою допуску до заліку.

Виконання ДКР оцінюється максимум в 30 балів. 30..29 балів – завдання виконано в повному обсязі, 28...25 балів є незначні недоліки у виконанні роботи, 25...20 балів робота виконана з недоліками, 20..10 балів робота виконана зі значними недоліками, але наявні не менше 60% виконаної роботи. Менше 10 балів - робота має бути доопрацьована. Наявність позитивної оцінки з ДКР є умовою допуску до заліку.

**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**

Обладнання для лекційних занять: Мультимедійний проектор EPSON EB-825H – 1 од.; Екран Projecta Pro View 178 x178 см. MW – 1 од.; для проведення занять в змішаній та дистанційній формі – маршрутизатор TP-Link Archer C60 FC1350? 4xFE LAN, 1xFE WAN

Обладнання для лабораторних занять:

Лабораторні макети.

Генератори звукових частот (діапазон частот не вужче 200 Гц – 200 КГц, вихідна напруга до 100 В), ГЗ-109. або ГЗ-112/1 або аналогічний

Генератори високих частот (діапазон частот не вужчі 1 МГц – 100 МГц, вихідна напруга до 5 В) Г4-116 або аналогічний

Джерела живлення (напруга регульована до 24 В, потужність не менше 1 Вт)

Вольтметри змінної напруги В3-38, В3-56 або аналогічні

Вольтметри постійної напруги В7-21А або аналогічні

Осцилографи Nameg HM203-7 або аналогічні

Частотоміри Siemens 2GA5201-3Z або аналогічні

Вимірвачі RLC HM8081 або аналогічні

---

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

**Складено** Новосад А. А.;

**Ухвалено** кафедрою ПРЕ (протокол № 06/2023 від 22.06.2023 )

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