

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет
радіоелектроніки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету ІРТЗІ

 Сакало С.М.
(підпис, прізвище, ініціали)
02 вересня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Методи та технології проектування ТК та РТ засобів
(назва навчальної дисципліни)
рівень вищої освіти магістерський
(бакалаврський, магістерський, освітньо-науковий)
спеціальність 172 Електронні комунікації та радіотехніка
(код і повна назва спеціальності)
освітньо-професійні програми Медіаінженерія
(повна назва програми)

Харків 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи та технології проектування ТК та РТ засобів» для магістрів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» за спеціалізаціями: Радіотехніка, МІ, РЕАЗ, РПСК , 2024, – 10 с.

Розробник: Лихограй В.Г., доц. каф. КРіСТЗІ, канд. фіз.-мат. наук, доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри КРіСТЗІ

Протокол від “ 29 ” 08 2024 р. № 1

Завідувач кафедри КРіСТЗІ  І.Є.Антіпов
(підпис)

“ 29 ” 08 2024 р.

Керівник проектної групи:  В.М. Безрук
(підпис) (ініціали, прізвище)

Схвалено методичною комісією факультету Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації.

Протокол від 02.09.2024 р. № 1

Голова методичної комісії  О.О. Іванова
(підпис) (ініціали, прізвище)

1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни*	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС* <u>6</u>	Вибіркова	
Змістових модулів** <u>5</u>	Рік підготовки:	
	1-й	1-й
	Семестр	
	1-й	1-й
Загальна кількість годин* <u>180</u>	Кількість годин*	
	120	120
Мова навчання <u>укр.</u>	Навчальні заняття: 1) лекції, год	
	36	6
	2) практичні, год	
	16	8
	3) лабораторні, год	
	20	16
	4) консультації, год	
	12	4
	Самостійна робота, год	
	96	64
	в тому числі: 1) РГЗ та КР., год.	
	-	-
	2) курсова робота (проект), год	
	-	-
	Вид контролю: ІК	

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загальної кількості годин становить: для денної форми навчання – 40%;

Для денної форми навчання 96/180

2 МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1 Мета навчальної дисципліни

Засвоєння студентами базових даних про принципи побудови, структуру, методологію використання та технічні засоби систем автоматизованого проектування різноманітного рівня ієрархії (функційне, схемотехнічне, конструкторське проектування радіотехнічних пристроїв); опанування студентами сучасними методами автоматизованого проектування з використанням існуючих САПР радіотехнічних пристроїв.

2.2 Завдання дисципліни

За результатом вивчення дисципліни студенти повинні:

ЗНАТИ: архітектуру, програмне і технічне забезпечення САПР; принципи та особливості функційного, схемотехнічного й конструкторського проектування аналогових і дискретних радіотехнічних пристроїв різних діапазонів хвиль; використовувати у САПР математичні методи моделювання, параметричного і структурного синтезу проектованих пристроїв; напрямки розвитку САПР.

ВМІТИ: ставити і розв'язувати задачі автоматизованого проектування радіотехнічних пристроїв; використовувати існуючі програмні та технічні засоби САПР як інструмент проектування.

3 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Функційне моделювання

Тема 1. Основні поняття та елементи автоматизованого проектування

Тема 2. Базові елементи (БЕ) функційних схем

Тема 3. Типові структури функційних схем

Тема 4. Розрахунок статичних часових діаграм. Аналіз перехідних процесів.

Модуль 2.

Змістовний модуль 2. Схемотехнічне моделювання.

Тема 5. Узагальнена схема радіотехнічного пристрою (РТП).

Тема 6. Розрахунок усталеного періодичного режиму неавтономних РТП.

Тема 7. Метод гармонічного балансу.

Модуль 3.

Змістовний модуль 3. Методи оптимального проектування.

Тема 8. Критерії оптимізації.

Тема 9. Методи оптимізації.

Тема 10. Статистичні методи пошуку глобального екстремуму

4 СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усь- ого	у тому числі					Усь- ого	у тому числі				
		лк	пз	лр	кон	ср		лк	пз	лр	кон	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Функційне моделювання												
Тема 1. Мета та задачі курсу. Основні етапи і процедури проектування. Опис зв'язків між об'єктами. Рівні складності і рівні проектування. Структура САПР: підсистеми, види забезпечення, рівні. Бази даних	2	2				3						
Тема 2. Постановка задачі. Базові елементи (БЕ) функційних схем: генератор сигналів, безінерційний лінійний і нелінійний елементи, інерційні лінійні і нелінійні елементи. Алгоритми моделювання базових безінерційних елементів. Моделювання інерційних лінійних БЕ: моделювання елементів, заданих перехідною характеристикою в часовій області; моделювання в частотній області елементів, які задані комплексним коефіцієнтом передачі; моделювання в часовій області елементів, які задані комплексним або операторним коефіцієнтом передачі; моделювання вузько смугових лінійних інерційних БЕ. Моделювання нелінійних інерційних елементів: моделювання нелінійних перетворень в радіочастотних пристроях.	8	2	2	4		8						
Тема 3. Типові структури функційних схем: проста послідовна структура, складна послідовна структура, структура зі зворотнім зв'язком. Алгоритми їх моделювання. Використання електричних схем заміщення, які містять керовані джерела струму та напруги для моделювання функційних схем	8	4	2		2	5						
Тема 4. Розрахунок статичних часових діаграм. Аналіз перехідних процесів в схемі з інерційними елементами. Розрахунок схеми зі зворотнім зв'язком способом послідовного повного сигналу. Використання	8	2		4	2	6						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
програм схемотехнічного моделювання для аналізу функційних схем.												
Разом за зміст. мод. 1	26	10	4	8	4	22						
Разом за мод. 1	26	10	4	8	4	22						

Модуль 2

Змістовний модуль 2. Схемотехнічне моделювання

Тема 5. Узагальнена схема радіотехнічного пристрою (РТП). Компонентні та топологічні рівняння. Математична модель РТП.	4	2	2			5						
Тема 6. Розрахунок усталеного періодичного режиму неавтономних РТП методом визначення оптимальних початкових умов (ВОПУ). Модифікація методу ВОПУ для автономних (автоколивальних) схем.	4	4				3						
Тема 7. Метод гармонічного балансу (МГБ). Моделювання МГБ неавтономних нелінійних РТП в режимі "великого" сигналу	12	4	2	4	2	11						
ІДЗ (реферат)						20						
Разом за зміст. мод. 2	20	10	4	4	2	39						
Разом за мод. 2	20	10	4	4	2	39						
Разом мод. 1-2	46	20	8	12	6	61						

Модуль 3

Змістовний модуль 3. Методи оптимального проектування

Тема 8. Критерії оптимізації. Часткові критерії. Детерміновані критерії. Узагальнені критерії. Абсолютні і локальні мінімуми. Класифікація задач оптимізації. Необхідні і достатні умови мінімуму. Матриця Гессе. Достатня умова екстремума.	2	2				5						
Тема 9. Методи оптимізації. Методи одновимірної мінімізації нульового порядку. Метод золотого перерізу. Блок-схема алгоритму золотого перерізу. Метод Фібоначчі. Багатопараметрична оптимізація. Метод сканування. Метод Нелдера-Міда. Методи першого порядку. Метод найшвидшого спуску. Метод покоординатного спуску. Методи другого порядку. Метод Ньютона. Метод спряжених напрямків.	14	4		8	2	9						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Тема 10. Статистичні методи пошуку глобального екстремуму: "незалежний" глобальний пошук, випадковий пошук з керуванням густиною випробувань, "блукаючий" глобальний пошук. Генетичний алгоритм. Урахування обмежень в задачах оптимізації: методи зовнішньої і внутрішньої штрафних функцій. Загальна методологія формулювання і розв'язку задач оптимізації: формулювання критерію оптимізації і обмежень, вибір методу оптимізації, вибір початкової точки пошуку	8	4	2		2	5						
Разом за зміст. мод. 3	24	10	2	8	4	19						
Разом за мод. 3	24	10	2	8	4	19						
Разом мод. 1-3	70	30	10	20	10	80						

5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Основи схемотехнічного аналізу в середовищі AWR DE	2	2
2	Оптимізація параметрів електронних схем в середовищі схемотехнічного аналізу AWR DE	2	
3	Моделювання параметрів напівпровідникових приладів в середовищі схемотехнічного аналізу AWR DE	2	
4	Проектування вхідних і вихідних кіл узгодження на основі шлейфів в середовищі AWR DE	2	2
5	Проектування підсилювача потужності на основі лінійної моделі транзистора в середовищі AWR DE	2	2
6	Моделювання багатошарової планарної мікροстрічкової антени в редакторі електродинамічної топології EMSight AWR DE	2	
7-8	Дослідження роботи модуля топологічного аналізу LAYOUT AWR DE	4	
Загальна кількість		16	6

6. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Порівняльне проектування фільтра нижніх частот (ФНЧ) в середовищі схемотехнічного аналізу EMSight та з використанням утиліти IFilter в середовищі AWR DE	4	4
2	Проектування смугово-пропускання чого фільтра (СПФ) в мікросмужковому виконанні з використанням утиліти IFilter в середовищі AWR DE	4	4
3	Моделювання багатошарового планарного мікροстрічкового смугово-загороджувального фільтра (СЗФ) з використанням утиліти IFilter в середовищі AWR DE	4	

4	Проектування підсилювача потужності на основі лінійної моделі транзистора з колами узгодження на основі шлейфів в середовищі AWR DE	4	
5	Проектування підсилювача потужності на основі нелінійної моделі транзистора в середовищі AWR DE	4	4
Загальна кількість		20	12

7. САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Вивчення теоретичного матеріалу з використанням конспекту лекцій та навчальної літератури (див. підрозділ 4)	32	12
2	Підготовка до практичних занять (див. підрозділ 5)	10	10
3	Підготовка до лабораторних занять (див. підрозділ 6)	12	10
4	Підготовка до контрольної роботи (КР1,2)	6	4
5.	Підготовка та виконання курсової роботи (КР)	20	28
Загальна кількість		80	64

8 КУРСОВА РОБОТА (КР)

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Теми КР видається кожному студенту на початку семестру	20	30
Загальна кількість		20	30

9. МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

Основні методи навчання – пояснювально-ілюстративний (лекція), практичний (про- ведення практичних занять та лабораторних робіт), перевірка знань та умінь (за результатами самостійних та контрольних робіт та завдань), робота з навчально-методичною літературою (самостійне опрацювання заданих розділів, виконання курсової роботи (КР) тощо).

Основні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- екзамени;
- самостійні роботи;
- завдання на лабораторному обладнанні,
- курсова робота,
- інші види індивідуальних та групових завдань.

10 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА РЕЙТИНГОВА ОЦІНКА ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ

10.1 Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Для оцінювання роботи студента протягом семестру підсумкова рейтингова оцінка $O_{\text{сем}}$ розраховується як сума оцінок за різні види занять та контрольні заходи.

Видзаняття/контрольний захід	Оцінка
ЛБ№1, 2,(6...10)×3=	18...30
Контрольнаробота№1	15...25
Контрольнатоčka1	33...55
ЛБ№3, 4(6...10)×2=	12...20
Контрольнаробота№2	15...25
Контрольнатоčka2	27...45
Всьогоза3-йсеместр	60...100

Як форма підсумкового контролю для дисципліни використовується комбінований екзамен, підсумкова оцінка $O_{\text{д}}^{\text{екз}}$ обчислюється за формулою: $O_{\text{д}}^{\text{екз}} = 0,6 \cdot O_{\text{сем}} + 0,4 \cdot O_{\text{екз}}$, де $O_{\text{сем}}$ – оцінка за семестр у 100-бальній системі, $O_{\text{екз}}$ – оцінка за екзамен у 100-бальній системі.

Екзаменаційний білет складається з теоретичного запитання та двох задач. Теоретичне запитання оцінюються в 40 балів, а кожна задача – у 30 балів (в сумі – 100 балів).

10.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для отримання позитивної оцінки.

За результатом вивчення дисципліни студенти повинні

знати: принципи побудови сучасних САРД; сучасні технології обробки сигналів в САРД; функціональні можливості різних стандартів САРД; методи розрахунків енергетичних співвідношень у радіолініях та основні параметри антен САРД при проектуванні САРД (у межах матеріалу, що вивчається).

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки.

За результатом вивчення дисципліни студенти повинні

вміти: самостійно виконувати енергетичний розрахунок САРД в залежності від умов їх функціонування та виконувати підбір необхідного устаткування; при цьому для моделювання та налаштування пристроїв використовувати обчислювальну техніку та сучасні програмні засоби (у межах матеріалу, що вивчається).

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру.

Задовільно, D, E (60-74). Мати мінімум знань і умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи, виконати СР 1,2 як мінімум на задовільні оцінки.

Добре, C (75-89). Знати основні теми, що вивчаються в межах курсу. Орієнтуватися в стандартах САРД, вміти самостійно пропонувати та обґрунтовувати вибір того чи іншого обладнання САРД, мати знання та навички в налаштуванні обладнання САРД. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи, підготувати реферат та виконати СР1,2 з середньою оцінкою добре.

Відмінно, B, A (90-100). Досконало знати матеріал курсу, в т.ч. який виноситься на самостійне вивчення. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи, підготувати реферат та виконати СР1,2 з середньою оцінкою відмінно.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка з дисципліни	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		екзамен, курсовий проект (робота), практика	залік
96–100	A	5 (відмінно)	зараховано
90–95	B		
75–89	C	4 (добре)	
66–74	D	3 (задовільно)	
60–65	E		
35–59	FX	2 (незадовільно)	не зараховано
0-34	F		

11. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

11.1 Основна література

1. Дмитрієв І.А. Основи моделювання в Microwave Office 2009. – К.: «ЕКМО», 2010. - 174с.
2. Банков С.Е., Курушин А.А. Проектування НВЧ пристроїв та антен з допомогою Ansoft HFSS. – К.: СОЛОН-Пресс, 2009. – 736 с.
3. Банков С.Е., Курушин А.А. Електродинаміка і техніка НВЧ для користувачів САПР. – К.: СОЛОН-Пресс, 2008. – 276 с.
4. Банков С.Е., Грибанов А.Н., Курушин А.А. Електродинамічне моделювання антенних та НВЧ структур з допомогою FEKO. – К.: One-Book, 2013. – 423 с.
5. Автоматизація проектування радіоелектронних засобів / О.В. Алексєєв, А.А. Головков, І.Ю. Пивоваров та інші – К.: Вища. школа, 2000. – 479 с.

11.2 Методичні посібники та вказівки

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисциплін «Моделювання каналів інформаційних мереж» для студентів денної форми навчання з напрямку радіотехніка / Упоряд. Лихограй В. Г. – Харків: ХНУРЕ, 2017.- 104 с.

12. ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Комплект навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни "Методи та технології проектування ТК та РТ засобів" підготовки магістрів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка», освітня програма «Радіотехніка» [Електронний ресурс] / ХНУРЕ ; розроб. В.Г. Лихограй. – Харків, 2019. – 324 с.