

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра «Радіотехніка та телекомунікації»

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

Гугнін Е.А.

2020 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ППН 11 Основи автоматизації проектування
радіоелектронної апаратури**

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Радіотехніка
(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут Інформатики та радіоелектроніки
(найменування інституту)

факультет Радіоелектроніки та телекомунікацій
(найменування факультету)

мова навчання Українська

2020 рік

Робоча програма з дисципліни «**Основи автоматизації проектування радіоелектронної апаратури**» для студентів

спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»,

освітня програма (спеціалізація) «Радіотехніка»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

« » , 20 року – с.

Розробники: **Самойлик Сергій Сергійович**, доцент кафедри Радіотехніки та телекомунікацій, к.ф-м.н.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Радіотехніки та телекомунікацій

Протокол від « 23 » червня 2020 року № 12

Завідувач кафедри Радіотехніки та телекомунікацій
(найменування кафедри)

« 23 » червня 2020 року  (Морщавка С.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією факультету РЕТ за спеціальністю **172 «Телекомунікації та радіотехніка»**

Протокол від « 27 » серпня 2020 року № 1

« 27 » серпня 2020 року Голова  (Кабак В.С.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ 2020 рік

1 Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації	нормативна	
Модулів – 2	Спеціальність, освітня програма 172 Телекомунікації та радіотехніка ОП «Радіотехніка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання:		Семестр	
Загальна кількість годин – 120		4-й	4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Перший (бакалаврський)	Лекції	
		30 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		15 год.	4 год.
		Самостійна робота	
75 год.	110 год.		
		Індивідуальні завдання:	
		Вид контролю: залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 45/75;

для заочної форми навчання – 10/110.

2 Мета навчальної дисципліни

Мета. Підготовка сучасного фахівця, який володіє базовими знаннями і навичками роботи з математичним, програмним, інформаційним, лінгвістичним і технічним забезпеченням сучасних систем автоматизованого проектування РЕА, формування у студентів знань, необхідних для формалізованого опису і автоматизованого рішення типових завдань проектування, пов'язаних з моделюванням, аналізом та оптимізацією радіотехнічних схем.

Завдання. Вивчення дисципліни має сформувати у студентів системний підхід до роботи в діалоговому режимі з ЕОМ і використання у своїй практиці проблемно-орієнтованого прикладного програмного забезпечення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати:

загальні компетентності:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2);
- здатність планувати та управляти часом (ЗК-3);
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-5);
- здатність працювати в команді (ЗК-6);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-7);
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК-8).

Фахові компетентності:

- здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм (ПК-4);
- готовність до вивчення науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з тематики інвестиційного (або іншого) проекту засобів телекомунікацій та радіотехніки (ПК-14);
- здатність використовувати класифікацію та типи моделей та алгоритмів; класифікацію методів конструювання систем радіоелектронної апаратури; математичні описи елементів, схем та систем, що використовується при конструюванні РЕА.

3 Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1

Тема 1. Формати завдання компонентів

Загальні відомості. Основні правила моделювання компонентів. Числа, змінні, параметри моделей.

Тема 2. Чисельні методи аналізу лінійних резистивних схем

Елементна база лінійних резистивних схем. Типи ММ лінійних резистивних схем. Методи розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь (ЛАР). Метод Крамера, метод зворотної матриці. Прямі методи: метод Гауса, метод LU - перетворення. Власні числа і вектора матриці ММ схеми. Перетворення подібності. Ітераційні методи: метод простої ітерації Гауса, метод Зейделя. Умова

і швидкість збіжності ітераційного процесу. Матрична геометрична прогресія, умова збіжності.

Тема 3. Чисельні методи аналізу нелінійних резистивних схем

Елементна база нелінійних резистивних схем. Типи ММ нелінійних резистивних схем. Методи розв'язування систем нелінійних алгебраїчних рівнянь (НАР). Метод простої ітерації, умова і швидкість збіжності, геометричний зміст простої ітерації. Метод Ньютона, умова і швидкість збіжності, геометричний зміст ітерації Ньютона. Принцип побудови ітераційної моделі нелінійного елемента. Схеми заміщення. Алгоритм аналізу нелінійних резистивних схем з використанням ітераційних моделей нелінійних елементів.

Тема 4. Чисельні методи аналізу динамічних схем

Елементна база лінійних і нелінійних схем з реактивними LC-елементами. Типи ММ динамічних схем. Чисельні методи рішення систем звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР). Форми подання систем лінійних ЗДР. Приклад укладання ЗДР для схеми з реактивним елементом, аналітичне рішення, розрахунок перехідного процесу. Узагальнена формула чисельного рішення ЗДР, класифікація методів вирішення, типові формули: явний і неявний методи Еклера, метод трапецій, метод Шихмана, методи Еїра. Приклад чисельного розрахунку перехідного процесу в схемі з реактивним елементом. Точність методів. Збіжність методів, алгоритм аналізу збіжності, побудова областей збіжності, обмеження на крок, зв'язок зі сталою часу в схемах з реактивними елементами. Принцип побудови дискретних моделей реактивних елементів. Схеми заміщення. Алгоритм аналізу динамічних схем з використанням дискретних моделей реактивних елементів. Особливості рішення систем лінійних і нелінійних ЗДР, збіжність. Поняття жорсткості системи ЗДР. Методи підвищення ефективності алгоритмів аналізу схем в часовій області.

Змістовий модуль 2

Тема 1. Моделювання нелінійних компонентів

Моделювання н/п діодів: модель ВАХ, малосигнальна модель, ітераційна модель. Схеми заміщення. Моделювання біполярних транзисторів: модель Еберса-Молла для ВАХ, малосигнальна гібридна П-подібна модель, ітераційна модель. Моделювання польових транзисторів: модель ВАХ, малосигнальна модель, ітераційна модель. Макромоделі інтегральних схем. Основні методи моделювання. Структурні схеми. Функціональні елементи. Принципи и засоби побудови макромоделі операційного підсилювача.

Тема 2. Методи аналізу чутливості електронних схем

Визначення чутливості, області вживання. Розрахунок чутливості методом приростів, особливості. Метод диференціювання рівнянь ММ схеми. Метод приєднаної схеми, теорема Теллегена, правила побудови приєднаної схеми.

Тема 3. Параметрична оптимізація електронних схем

Мета і задача оптимізації, алгоритм оптимізації. Постановка задачі інженерного проектування. Цільова функція (ЦФ). Обмеження фізичні і технологічні. Задача нелінійного програмування, її різновиди. Методи побудови ЦФ. Функції помилок. Критерії оптимальності: середнє - ступеневий, мінімаксний, особливості. Класифікація екстремумів ЦФ, геометричне зображення ЦФ, умови екстремумів багатомірних функцій, подання квадратичної ЦФ, матриця Геса, градієнт. Метод штрафних функцій рішення задач нелінійного програмування, методи врахування обмежень на зміни параметрів. Вирішення задачі безумовної мінімізації ЦФ. Методи безумовної мінімізації багатомірних функцій, класифікація. Методи мінімізації одновимірних функцій. Алгоритм знаходження інтервалу невизначеності. Методи дихотомії, золотого перегину, поліноміальної апроксимації. Основні положення, особливості. Методи мінімізації багатомірних функцій. Методи нульового порядку: покоординатний спуск, Хука-Дживса, Розенброка. Метод спряжених напрямків (Пауелла), поняття спряженості векторів, метод побудови спряжених напрямків, алгоритм методу. Методи першого порядку: найскоріший спуск, спряжений градієнт Флегчера-Ривса. Основні положення. Методи другого порядку: Ньютона-Рафсона, змінної метрики (Девидона-Флегчера-Пауелла). Симплексні методи, поняття симплекса, алгоритм методу Нелдера-Міда. Методи випадкового пошуку. Комплексний метод Бокса, метод Келі і Уїллера, генетичний алгоритм.

4 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усьог о	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	ін д	с.р		лк	пр	лаб	ін д	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1												
Тема 1. Формати завдання компонентів	12	2				10	12					12
Тема 2. Чисельні методи аналізу лінійних резистивних схем	16	4				12	16	2				14
Тема 3. Чисельні методи аналізу нелінійних	16	4		4		8	16			2		14

резистивних схем												
Тема 4. Чисельні методи аналізу динамічних схем	16	4		3		9	16					16
Разом за змістовим модулем 1	60	14		7		39	60	2		2		56
Модуль 2												
Змістовий модуль 2												
Тема 1. Моделювання нелінійних компонентів	20	4				16	20	2				18
Тема 2. Методи аналізу чутливості електронних схем	20	6		4		10	20			2		18
Тема 3. Параметрична оптимізація електронних схем	20	6		4		10	20	2				18
Разом за змістовим модулем 2	60	16		8		36	60	4		2		54
Усього годин	120	30		15		75	120	6		4		110

5 Теми практичних занять

Навчальним планом не передбачено

6 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Моделювання нелінійних резистивних схем з використанням ітераційних моделей нелінійних елементів	4
2	Численне рішення диференціальних рівнянь електричних схем	3
3	Моделювання електронних схем з використанням дискретних моделей реактивних елементів	4
4	Оптимізація характеристик електронних схем	4
	Разом	15

7 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення лекційного матеріалу	35
2	Підготовка до лабораторних робіт, оформлення звітів і підготовка до захисту	20
3	Підготовка до модульного контролю №1	10
4	Підготовка до модульного контролю №2	10
	Разом	75

8 Індивідуальні завдання

відсутнє

9 Методи навчання

Поєднання (різною мірою) практичного методу (лабораторні роботи), наочного (метод ілюстрацій і метод демонстрацій), словесного (лекція, дискусія, співбесіда), робота з навчально методичною літературою (конспектування, тезування анотування, складання реферату), відеометоду сполученого з новітніми інформаційними технологіями та комп'ютерними засобами навчання дистанційні, мультимедійні, веб орієнтовані.

10 Очікувані результати навчання з дисципліни

- вміти аналізувати та виконувати оцінку ефективності методів проектування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (РН-9);
- спілкуватись з професійних питань, включаючи усну та письмову комунікацію державною мовою та англійською (РН-10);
- застосування розуміння засобів автоматизації проектування і технічної експлуатації систем телекомунікацій та радіотехніки у професійній діяльності (РН-15);
- визначати основні процедури комп'ютерного проектування РЕА з подальшим використанням персональних комп'ютерів або спеціалізованих обчислювальних машин;
- створювати відповідне математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення що до методів комп'ютерного проектування.

11 Засоби оцінювання

Поточний, рубіжний, семестровий контроль (з урахуванням відвідування, виконання лабораторних робіт, тестування при здачі заліку).

12 Критерії оцінювання

Приклад для заліку

Поточне тестування та самостійна робота							Сума
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль №2			
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	100
12	12	13	13	17	17	16	

T1, T2 ... T4 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13 Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Основи автоматизованого проєктування радіоелектронної апаратури” для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» усіх форм навчання. /Укл.: С.С. Самойлик. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 72 с.

14 Рекомендована література

Базова

1. Тимченко А.А. Основи системного проєктування та системного аналізу складних об'єктів: Основи САПР та систем проєктування складних об'єктів: Навчальний посібник за редакцією Ю.Г. Леги [Текст] / А.А. Тимченко. – К.: «Либідь», 2003. – 269 с.

2. Алексеев Е.Р. Решение задач вычислительной математики в пакетах MathCAD 12, MATLAB 7, Maple 9 / Е.Р. Алексеев, О.В. Чеснокова. – М.: ИТ Пресс, 2006, – 496 с.

3. Влах И.К. Машинные методы анализа и проектирования электронных схем / И. Влах, К. Сингал – М: Радио и связь, 1988.

4. Барабанов О.В. Системы автоматизованого проектування в радіоелектроніці: підручник. / О.В. Барабанов. – К.: Вид.-поліграфічний центр "Київський університет", 2005. – 137 с.

5. Билибин К.И., Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др., Под общ. ред. В.А. Шахнова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 568 с.

Допоміжна

1. Амосов В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств / В. Амосов. – М.: БХВ-Петербург, 2010. – 560 с.

2. Калабеков Б.А Методы автоматизированного расчета схем в технике связи / Б.А. Калабеков – М: Радио и связь, 1990.

3. Кондаков, А.И. САПР технологических процессов: учебник для студентов ВУЗов / А.И. Кондаков. – М.: «Академия», 2007. – 272 с.

4. Автоматизация схемотехнического проектирования / Под ред. В.Н. Ильина,- М: Радио и связь, 1987.

5. Перспективные технологии приборостроения / Ю.Н. Макаров и др.; под ред. А.Ю. Шатракова. – М.: Экономика, 2011. – 406 с.

6. Шеин, А. Б. Методы проектирования электронных устройств : науч. пособие / А.Б. Шеин, Н.М. Лазарева. – М.: ИНФРА-Иженерия, 2011. – 456 с.