

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра автоматики та електроустаткування

T763



ЗАТВЕРДЖЕНО

Заступник директора з
навчальної роботи

к.т.н., проф. Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Theoretical Foundations of Electrical Engineering

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування», спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами».

«27» серпня 2023 року. – 25 с.

Розробник: Фролов О.М., к.т.н., доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» узгоджено з гарантом освітньо-професійної програми

Гарант освітньо-професійної програми

«Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»

канд. техн. наук, доцент



В.А. Надточій

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» розглянуто на засіданні кафедри автоматики та електроустаткування.

Протокол № 01 від «28» серпня 2023 р.

В.о. завідувача кафедри



А.В. Надточій

Робоча програма навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» затверджена методичною радою ХННІ НУК.

Протокол № 01 від «29» серпня 2023 р.

Голова МР ХННІ НУК



О.М. Дудченко

© ХННІ НУК, 2023 рік

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисциплін.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	16
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	17
8. Критерії оцінювання результатів навчання	20
9. Засоби навчання	20
10. Рекомендовані джерела інформації	21
Додаток.....	22

ВСТУП

Анотація

Робочою програмою навчальної дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» передбачено формування у здобувачів вищої освіти знань та навиків успішно вирішувати технічні проблеми, пов'язані з дослідженням роботи систем електротехніки, автоматики та радіоелектроніки, принципів генерації, передачі та використання електроенергії.

Дисципліна «Теоретичні основи електротехніки» носить міждисциплінарний характер, вона забезпечує підготовку здобувачів вищої освіти до вивчення навчальних дисциплін «Електричні машини», «Електроніка та мікросхемотехніка», «Основи автоматичного регулювання і управління».

Ключові слова: електрична напруга, електричний струм, потужність, електроенергія, електричні ланцюги, методи розрахунку.

Annotation

The work program of the study discipline «Theoretical foundations of electrical engineering» provides for the formation of higher education students' knowledge and skills to successfully solve technical problems related to the study of the operation of electrical engineering systems, automation and radio electronics, the principles of generation, transmission and use of electricity.

The discipline «Theoretical Basics of Electrical Engineering» is interdisciplinary in nature, it provides preparation for students of higher education to study the educational disciplines «Electric Machines», «Electronics and Microcircuit Engineering», «Basics of Automatic Regulation and Control».

Key words: electric voltage, electric current, power, electricity, electric circuits, calculation methods.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 7	Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування	Обов'язкова	
Модулів – 3		Рік підготовки	
Змістових модулів – 5		1-й	1-й
Електронна адреса на сайті ХННІ НУК: http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-automation-and-computer-integrated-technologies-b.html	Спеціальність 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Освітня програма «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання - немає		1-й, 2-й	1-й, 2-й
Загальна кількість годин - 210		Лекції	
		1,2 семестр - 60 год.	14 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 1, 2 семестр – 8; самостійної роботи студента: 1, 2 семестр – 6.		Практичні	
		1,2 семестр - 45 год.	8 год.
		Лабораторні	
	1,2 семестр - 15 год.	-	
	Самостійна робота		
1,2 семестр - 90 год.		188 год.	
Індивідуальні завдання: год.		-	
Види контролю: 1, 2 семестр - екзамен		Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Проектування цифрових пристроїв автоматики» є формування у здобувачів вищої освіти відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

1) інтегральну компетентність:

- здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі;

2) загальні компетентності:

ЗК06. Навички здійснення безпечної діяльності.

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

3) професійні компетентності:

ФК11. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК15. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: «Вища математика», «Фізика».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти таких результатів навчання:

ПР01. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПР07. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

ПР08. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування

ПР011. Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної

документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів.

ПР012. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

ПР013. Вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. Вміти використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1.1. Основні закони та методи розрахунку електричних кіл

Тема 1. Електричні величини та елементи електричних кіл.

Струм, напруга, потужність та енергія в електричних колах. Пасивні елементи електричних кіл. Резистивний елемент, індуктивний та ємнісний елемент, їх графічне зображення, зв'язок струму з напругою, потужність коливальних. Енергія магнітного поля, що накопичується в індуктивності. Енергія електричного поля, що накопичується в ємності.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 2. Активні елементи та основні закони електричних кіл.

Незалежні джерела напруги та струму. Їх ВАХ та графічне зображення. Внутрішній опір джерела струму та джерела напруги. Залежні або керовані джерела енергії. Їх властивості і графічні зображення. Основні закони електричних кіл. Закон Ома. Перший закон Кірхгофа, – закон струмів Кірхгофа. Другий закон Кірхгофа, - закон напруги Кірхгофа.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 3. Використання законів Кірхгофа. З'єднання елементів та їх розрахунки.

Послідовне з'єднання резисторів, індуктивностей, ємностей. Паралельне з'єднання резисторів, індуктивностей, ємностей. Особливості розрахунку.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 4. Методи розрахунку розгалужених схем. Метод накладання.

Розрахунки за використанням законів Кірхгофа. Метод накладання. Приклад застосування метода накладання.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 5. Метод контурних струмів.

Поняття про контурні струми. Метод контурних струмів. Власні та взаємні опори контурів. Контурна напруга. Складання матриць. Визначники матриць. Визначення струмів в гілках контурів через контурні струми.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 6. Методи еквівалентного генератора та метод вузлових потенціалів.

Метод еквівалентного джерела напруги. Теорема Тевеніна. Метод еквівалентного джерела струму. Теорема Нортонна. Метод вузлових потенціалів або метод вузлових напруг. Перетворення схем для розрахунку. Вузлові струми. Власні та взаємні провідності вузлів. Складання матриць. Визначення струмів в гілках схеми через струми джерел та вузлові напруги.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 7. Гармонійні коливання та їх представлення.

Часове представлення гармонійних коливань. Поняття періоду, циклічної частоти, кутової частоти. Діючі значення струму та напруги. Середнє значення струму та напруги. Векторне представлення коливань. Комплексне представлення коливань. Комплексне спряжене число. Представлення синусоїдальної функції комплексним числом. Спектральне або частотне представлення синусоїдальних коливань.

Джерела інформації: [1-7].

Змістовий модуль 1.2. Особливості розрахунку розгалужених електричних кіл

Тема 8. Проходження електричних коливань в електричних колах.

Гармонійні коливання в резистивних колах, співвідношення фази струму та фаза напруги, середня потужність за період в резистивних колах. Гармонійні коливання в індуктивних колах, співвідношення фаз струму та напруги, середня потужність за період в індуктивних колах. Індуктивний опір.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 9. Проходження електричних коливань в електричних колах.

Гармонійні коливання в ємнісних колах, співвідношення фази струму та фази напруги, середня потужність за період в ємнісних колах. Ємнісний опір. Реактивна потужність.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 10. Гармонійні коливання в розгалужених *RLC* колах при послідовному з'єднанні елементів.

Гармонійні коливання в колах при послідовному з'єднанні *RLC* елементів. Реактивний опір, активний опір, повний опір або імпеданс кола. Трикутник напруги та трикутник опорів. Гармонійні коливання в колах при паралельному з'єднанні *RLC* елементів. Реактивний опір, активний опір, повний опір кола. Ємнісна провідність. Індуктивна провідність. Трикутник струмів та трикутник провідності.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 11. Гармонійні коливання в розгалужених *RLC* колах при паралельному з'єднанні елементів.

Гармонійні коливання в колах при паралельному з'єднанні *RLC* елементів. Реактивна провідність, активна провідність, опір, повна провідність. Ємнісна провідність. Індуктивна провідність. Трикутник струмів та трикутник провідності.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 12. Символічний метод розрахунку розгалужених кіл.

Загальні поняття про символічний метод. Використання символічного методу для розрахунку кіл. Послідовне з'єднання елементів. Модуль та фаза комплексного опору. Паралельне з'єднання елементів. Повна провідність кола. Перетворення послідовного та паралельного з'єднання активних та реактивних елементів.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 13. Потужність та її баланс при гармонійних сигналах.

Поняття про активну, реактивну та повну потужність. Трикутник потужності та коефіцієнт потужності. Передача повної потужності при довільному навантаженні. Баланс потужності. Теорема Теледжена. Баланс потужності при гармонійних сигналах.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 14. Трифазні електричні кола.

Незв'язані та зв'язані трифазні кола. Трифазний генератор. Графічне представлення трифазних ЕРС (часове та векторне). З'єднання трифазних кіл «зіркою» та «трикутником». Види з'єднання генераторів та навантаження в трифазних колах. Співвідношення між фазними та лінійними напругами.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 15. Індуктивно-пов'язані кола.

Взаємна індуктивність. Само- та взаємно- індукція. Згідне та зустрічне включення котушок індуктивності. Розрахунок послідовного з'єднання індуктивно-пов'язаних котушок. Розрахунок паралельного з'єднання індуктивно-пов'язаних котушок.

Джерела інформації: [1-7].

Модуль 2.

Змістовий модуль 2.1. Перехідні процеси в колах першого порядку

Тема 16. Перехідні процеси в електричних колах та закони комутації.

Причини перехідних процесів. Перший закон комутації. Другий закон комутації. Нульові початкові умови. Ненульові початкові умови. Поняття комутації. Перехідні процеси в електричних колах та закони комутації.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 17. Перехідні процеси в простих RL колах при нульових початкових умовах.

Перехідні процеси в RL колах при нульових початкових умовах та при джерелі постійної напруги. Визначення рівняння кола. Рішення диференційного рівняння. Перехідні процеси в RL колах при джерелі напруги змінного струму. Корені характеристичного рівняння. Графік струму в індуктивності в RL колах при джерелі напруги змінного струму. Поняття надструму при перехідному процесі.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 18. Перехідні процеси в RL колах при ненульових початкових умовах.

Визначення рівняння кола при джерелі постійного струму. Рішення диференційного рівняння. Корені характеристичного рівняння. Вільна та примусова складові незалежної змінної. Перехідні процеси в RL колах при джерелі напруги змінного струму. Графік струму в індуктивності в RL колах при джерелі напруги змінного струму. Поняття надструму при перехідному процесі.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 19. Перехідні процеси в простих RC колах.

Перехідні процеси в RC колах при нульових початкових умовах та джерелі постійної напруги. Визначення рівняння кола. Рішення диференційного рівняння. Корені характеристичного рівняння. Вільна та примусова складові незалежної змінної в RC колах. Графік струму в індуктивності..

Джерела інформації: [1-7].

Тема 20. Перетворення Фур'є. Ряд Фур'є. Гармоніки та спектри періодичних сигналів.

Поняття про періодичні та неперіодичні сигнали. Перетворення Фур'є. Ряд Фур'є. Розкладання періодичних сигналів в ряд Фур'є. Гармоніки та спектри періодичних сигналів.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 21. Перетворення Фур'є. Інтеграл Фур'є. Гармоніки та спектри неперіодичних сигналів.

Перетворення Фур'є. Представлення неперіодичних сигналів інтегралом Фур'є. Спектри неперіодичних сигналів. Властивості перетворень Фур'є.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 22. Спектри головних випробувальних сигналів.

Одиничний імпульс та його властивості. Послідовність імпульсів та їх властивості. Дельта-функція та її властивості.

Джерела інформації: [1-7].

Змістовий модуль 2.2. Перехідні процеси в розгалужених колах та методи їх розрахунків

Тема 23. Перехідні процеси в колах другого порядку. Розряд ємності С на RL коло.

Визначення характеристичного рівняння.

Перехідні процеси в колах другого порядку. Розряд ємності С на RL коло. Диференційне рівняння другого порядку. Визначення характеристичного рівняння. Визначення коренів характеристичного рівняння.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 24. Перехідні процеси в колах другого порядку.

Розряд ємності С на RL коло. Визначення характеристичного рівняння.

Розряд ємності С на RL коло. Аналіз коренів рівняння. Рішення для різних та дійсних коренів. Рішення для однакових та дійсних коренів. Рішення для комплексно-спряжених коренів. Графік перехідного процесу.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 25. Перехідні процеси в розгалужених RLC колах.

Схема розгалуженого RLC кола. Визначення початкових умов для розгалуженого кола. Класичний метод розрахунків перехідних процесів. Складання рівнянь кола. Порядок визначення диференційного рівняння розгалуженого RLC кола. Визначення характеристичного рівняння та його коренів. Визначення постійних інтегрування в класичному методі розрахунків перехідних процесів. Використання початкових умов. Отримання формули залежності для першої незалежної змінної. Виведення залежності для другої незалежної змінної.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 26. Перетворення Лапласа та властивості перетворень.

Оригінал та зображення сигналу.

Перетворення Лапласа та порівняння з перетворенням Фур'є. Оригінал та зображення сигналу. Властивості перетворень Лапласа.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 27. Операторний метод розрахунків перехідних процесів.

Зображення струмів та напруги на елементах кола при операторному методі розрахунків. Визначення зображення незалежної змінної. Використання початкових умов при операторному методі. Розрахункова напруга. Визначення характеристичного рівняння. Теорема розкладення в операторному методі розрахунків та інші методи перетворення зображення в оригінал сигналу.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 28. Метод змінних станів.

Метод змінних станів при ненульових початкових умовах.. Складання рівнянь кола та визначення складу матриць. Перетворення матриць для визначення характеристичного рівняння. Визначення примусових складових за допомогою матриці $A1$.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 29. Реакція елементів при методі змінних станів.

Метод змінних станів при нульових початкових умовах Визначення реакції елементів кіл в методі змінних струмів. Побудова графічних залежностей за допомогою ЕВМ.

Джерела інформації: [1-7].

Тема 30. Поняття про імпульсну та перехідну характеристики.

Перетворення характеристик з однієї в іншу. Використання характеристик для розрахунку реакцій електричних кіл на складні сигнали. Інтеграл Дюамеля та інтеграл накладання. Форми рішення при використанні інтегралів.

Джерела інформації: [1-7].

5.1. Тематичний план навчальної дисципліни

Назва змістових модулів і тем дисципліни	Кількість годин										
	Разом	Денна форма навчання				Разом	Заочна форма навчання				
		Лекції	у тому числі				Лекції	у тому числі			
			Лабор/робога	Практична робога	Самостійна робога			Лабор/робога	Практична робога	Самостійна робога	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Модуль 1.											
Змістовий модуль 1.1. Основні поняття теорії електричних кіл											
Тема 1. Електричні величини та елементи електричних кіл	9	2	2	2	3		2		2	7	
Тема 2. Активні елементи та основні закони електричних кіл	8	2	-	2	4						7
Тема 3. Використання законів Кірхгофа. З'єднання елементів та їх розрахунки	9	2	2	2	3						7
Тема 4. Методи розрахунку розгалужених схем. Метод накладання	8	2	-	2	4						7
Тема 5. Метод контурних струмів	9	2	2	2	3						8
Тема 6. Методи еквівалентного генератора та метод вузлових потенціалів	8	2	-	2	4						8
Тема 7. Гармонійні коливання та їх представлення	9	2	2	2	3						8
Разом за змістовим модулем 1.1	60	14	8	14	24	56	2		2	52	
Змістовий модуль 1.2. Особливості розрахунку розгалужених електричних кіл											
Тема 8. Проходження електричних коливань в електричних колах	7	2	-	2	3		4		2	7	
Тема 9. Проходження електричних коливань в електричних колах	8	2	2	2	2						6
Тема 10. Гармонійні коливання в розгалужених RLC колах при послідовному з'єднанні елементів	8	2	2	2	2						7
Тема 11. Гармонійні коливання в розгалужених RLC колах при паралельному з'єднанні елементів	7	2	-	2	3						7
Тема 12. Символічний метод розрахунку розгалужених кіл	8	2	2	2	2						6
Тема 13. Потужність та її баланс при гармонійних сигналах	7	2	-	2	3						7
Тема 14. Трифазні електричні кола	8	2	1	2	3						7
Тема 15. Індуктивно-пов'язані кола	7	2	-	2	3						7
Разом за змістовим модулем 1.2	60	16	7	16	21	60	4		2	54	

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 2.										
Змістовий модуль 2.1. Перехідні процеси в колах першого порядку										
Тема 16. Перехідні процеси в електричних колах та закони комутації	6	2	-	2	2		4		2	5
Тема 17. Перехідні процеси в простих RL колах при нульових початкових умовах	6	2	-	-	4					6
Тема 18. Перехідні процеси в RL колах при ненульових початкових умовах	7	2		2	3					6
Тема 19. Перехідні процеси в простих RC колах	6	2	-	-	4					6
Тема 20. Перетворення Фур'є. Ряд Фур'є. Гармоніки та спектри періодичних сигналів	7	2	-	2	3					6
Тема 21. Перетворення Фур'є. Інтеграл Фур'є. Гармоніки та спектри неперіодичних сигналів	6	2	-	-	4					6
Тема 22. Спектри головних випробувальних сигналів	7	2	-	2	3					6
Разом за змістовим модулем 2.1	45	14	0	8	23	47	4		2	41
Змістовий модуль 2.2. Перехідні процеси в розгалужених колах та методи їх розрахунків										
Тема 23. Перехідні процеси в колах другого порядку. Розряд ємності C на RL коло	5	2	-	-	3		4		2	5
Тема 24. Перехідні процеси в колах другого порядку	6	2	-	2	2					5
Тема 25. Перехідні процеси в розгалужених RLC колах	5	2	-	-	3					6
Тема 26. Перетворення Лапласа та властивості перетворень	6	2	-	2	2					5
Тема 27. Операторний метод розрахунків перехідних процесів	5	2	-	-	3					5
Тема 28. Метод змінних станів	7	2	-	2	3					5
Тема 29. Реакція елементів при методі змінних станів	5	2	-	-	3					5
Тема 30. Поняття про імпульсну та перехідну характеристики	6	2	-	1	3					5
Разом за змістовим модулем 2.2	45	16	0	7	22	47	4	-	2	41
Усього годин	210	60	15	45	90	210	14	-	8	188

Примітка: для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання читаються оглядові лекції за темами модулів в обсягах відповідно до таблиці.

5.2 Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Дослідження законів Ома	2	
2	Дослідження законів Кірхгофа	2	
3	Дослідження методу накладання	2	
4	Дослідження трифазних кіл при з'єднанні зіркою	2	
5	Дослідження трифазних кіл при з'єднанні трикутником	2	
6	Дослідження перехідних процесів в простих RL колах	2	
7	Дослідження перехідних процесів в простих RC колах	2	
8	Дослідження перехідних процесів в розгалужених RLC колах	1	
Разом		15	-

5.3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Розрахунок струму та напруги за законом Ома	2	2
2	Розрахунок послідовного та паралельного з'єднання елементів	2	
3	Розрахунки перетворення кіл «зірка»-»трикутник» та «трикутник-зірка»	2	
4	Розрахунок кіл за законами Кірхгофа	2	
5	Розрахунок кіл методом накладання	2	
6	Розрахунок контурних струмів	2	
7	Розрахунок кіл по методу контурних струмів	4	2
8	Побудова потенційних і векторних діаграм	2	
9	Розрахунок кіл по методу вузлових потенціалів (вузлових напруг)	4	
10	Розрахунок зсуву фаз та величин кола в RLC колах	2	
11	Розрахунок кіл символічним методом	4	
12	Розрахунок трифазних кіл	2	2
13	Визначення початкових умов	2	
14	Розрахунок перехідних процесів в RL колах	2	
15	Розрахунок перехідних процесів в RC колах	2	
16	Розрахунок кіл за допомогою перетворень Фур'є.	2	2
17	Розрахунок перехідних процесів в RLC колах класичним методом	2	
18	Розрахунок перехідних процесів в RLC колах операторним методом	2	
19	Розрахунок перехідних процесів в RLC колах методом змінних станів	2	
20	Розрахунок перехідних процесів в RLC колах за допомогою імпульсних характеристик або інтегралу Дюамеля	1	
Разом		45	8

5.4. Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1-2 год /1 лекцію	30	30
2	Підготовка до практичних занять	1-2 год/1 заняття	30	30
3	Підготовка до лабораторних занять	1-2 год/1 заняття	10	10
4	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 10 (30) год. на 1 захід	10	-
5	Підготовка до екзамену		10	58
6	Виконання контрольної роботи	мінімум 15 годин на 1 роботу	-	60
Разом			90	188

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

В якості методів навчання для всіх видів занять використовується:

- робота з літературою, як опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної освіти;

- пояснення, як словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення.

Для лекційних занять застосовується:

- лекція, як усний виклад навчального матеріалу, що характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;

- ілюстрування, як показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;

- відеометод, як використання відеоматеріалів для активізації наочно чуттєвого сприймання, що забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості.

Для лабораторних занять:

- лабораторна робота - метод поглиблення і закріплення теоретичних знань шляхом створення програм і отримання результатів роботи програми з використанням комп'ютерів;

- інструктаж - ознайомлення зі способами виконання завдань, інструментами, матеріалами, технікою безпеки та організацію робочого місця.

Для практичних занять застосовується:

- практична робота, як метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків.

- Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:
- звіти з виконання лабораторної роботи та презентації результатів виконаних лабораторних робіт на комп'ютері (або письмовий контроль результатів);
 - усні відповіді на практичних заняттях;
 - поточний модульний контроль у формі тестування;
 - контрольні роботи (для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання);
 - екзамен.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача вищої освіти оцінюються за 100-бальною системою університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного екзамену.

Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – 40 балів. Право здавати заключний екзамен дається здобувачу вищої освіти, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного екзамену набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки екзамену.

Поточний контроль проводиться після вивчення кожного з модулів дисципліни. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних та лабораторних робіт.

Семестровий підсумковий контроль з дисципліни проводиться після закінчення її вивчення у комбінованій формі проведення екзамену (тестування, задачі та усна компонента).

При виставленні підсумкової оцінки (балів) з навчального курсу враховуються результати поточного контролю.

Виконання контрольної роботи є обов'язковою умовою для здобувачів вищої освіти, що навчаються за заочною формою. Завдання для контрольних робіт добираються з теоретичних питань і тестів, що охоплюють зміст робочої програми дисципліни.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

7.1. Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти та їх оцінювання

Лабораторна робота

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
4	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; в цілому правильно складає звіт та робить висновки. Здобувач вищої освіти відмовляється надавати усні запитання.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складає звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані повні усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Здобувач вищої освіти відмовляється надавати усні запитання.
0	Робота не виконувалася

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань здобувачів вищої освіти у формі тестування (для денної форми навчання)

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	5	4	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,2	0

7.2. Узагальнюючі результати поточного контролю знань здобувачів вищої освіти за модулями та формами навчання

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	8 роб. × 5 балів = 40 балів	-
Поточний модульний контроль	4 МКР × 5 балів = 20 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	4 роб. × 15 балів = 60 балів
Всього	60	60

Система нарахування рейтингових балів та критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми навчання)

Бал	Критерії оцінювання
15	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти вільно орієнтується в матеріалах
10	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності
7	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки
0	Роботу не виконано

Підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти у формі комплексного екзамену

Підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти складається з тестування, усної відповіді на два контрольних питання та задачі.

Критерії оцінювання тестування здобувачів вищої освіти

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Критерії оцінювання задачі здобувачів вищої освіти

Бал	Критерії оцінювання
1	2
10	Рішення представлено повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь правильна
8	Рішення представлено у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь правильна
6	Рішення представлено повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків
4	Рішення представлено у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків
2	Рішення представлено неповне, більш ніж наполовину, правильна відповідь відсутня
0	Рішення не представлено взагалі або неповне, менш ніж наполовину

Критерії оцінювання усної відповіді здобувачів вищої освіти

Бал	Критерії оцінювання
1	2
10	Відповідь надана повна, ґрунтовна, чітка, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання
7	Відповідь надана повна, ґрунтовна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, хоча при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання
5	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі
3	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі
1	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, не в змозі представити математичні залежності та схемні рішення, а також пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці
0	Відповідь не надана взагалі або абсолютно не відповідає питанню

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1.1	T1, T2	Лабораторна робота № 1	5		
	T3, T 4	Лабораторна робота № 2	5		
	T5, T6	Лабораторна робота № 3	5		
	T7	Лабораторна робота № 4	5		
	-	-	-	Контрольна робота	15
ПМК 1.1			5		
ЗМ 1.2	T8, T9	Лабораторна робота № 5	5		
	T10, T11	Лабораторна робота № 6	5		
	T12, T13	Лабораторна робота № 7	5		
	T14	Лабораторна робота № 8	5		
	-	-	-	Контрольна робота	15
ПМК 1.2			5		
ПМК 2.1			5	Контрольна робота	15
ПМК 2.2			5	Контрольна робота	15

Підсумковий контроль	Екзамен, в т.ч.	40	Екзамен, в т.ч.	40
	Тестування	10	Тестування	10
	Задача	10	Задача	10
	Усна відповідь	20	Усна відповідь	20
Сума		100		100

9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. В.С. Хілов. Теоретичні основи електротехніки./Підручник. Д.: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2021. 433с.
2. Карлащук В.И. Электронная лаборатория на ИВМРС. Программа Electronics Workbench и ее применение. Изд.3-е, переработанное и дополненное. М.: СОЛОН-Пресс, 2009. 736 с.
3. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівський політехніки, 2012. 312с.
4. Методы и алгоритмы решения задач расчета электрических цепей в примерах и упражнениях: Учебное пособие / И.А. Курило, А.Э. Марков, В.М. Рябенский, И.И. Чудайкин, А.А. Щерба. – К.:ИД «Профессионал», 2004. – 250 с.
5. Рябенский В.М., Кінаш А.Т., Краюшкін А.В. Електротехніка: Навч. посібник. – К.: ИД «Профессионал», 2005. 464 с.
6. Шегедин О.І. Теоретичні основи електротехніки. Навчальний посібник. К: Видавництво «Магнолія», 2006. 172с.

Допоміжна література

7. А.Е. Марков, О.М. Фролов, О.О. Черно, С.Р. Селіверстова. Теорія електричних та електронних кіл. Розрахунки графічних завдань. Навчальний посібник. За ред. В.М. Рябенського. Миколаїв: ТОВ «Фірма Іліон», 2008. 170 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

8. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>.
9. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <http://www.rada.gov.ua>.
10. Офіційний сайт ХННІ НУК. URL: <http://kb.nuos.edu.ua>.

Розробник:

к.т.н., доцент кафедри
автоматики та електроустаткування



О.М. Фролов

Питання для модульного контролю знань

Контрольні питання до 1-го модуля

1. Струм, напруга, потужність та енергія в електричних колах. Пасивні елементи електричних кіл. Резистивний елемент, його ВАХ та умовне зображення.
2. Індуктивний елемент, його графічне зображення, зв'язок струму з напругою, потужність коливань та енергія магнітного поля, що накопичується в індуктивності.
3. Ємнісний елемент, його графічне зображення, зв'язок струму з напругою, потужність коливань та енергія електричного поля, що накопичується в ємності.
4. Незалежні джерела напруги та струму. Незалежне джерело струму, його ВАХ та графічне зображення. Внутрішній опір джерела струму. Незалежне джерело напруги, його ВАХ та графічне зображення. Внутрішній опір джерела напруги.
5. Залежні або керовані джерела енергії. Види керованих джерел та їх властивості і графічні зображення.
6. Основні закони електричних кіл. Закон Ома. Перший закон Кірхгофа, – закон струмів Кірхгофа. Другий закон Кірхгофа, - закон напруги Кірхгофа.
7. Послідовне з'єднання резисторів. Послідовне з'єднання індуктивностей. Послідовне з'єднання ємностей.
8. Паралельне з'єднання резисторів. Паралельне з'єднання індуктивностей. Паралельне з'єднання ємностей.
9. Перетворення схем «зірка-трикутник» та «трикутник-зірка».
10. Метод накладання. Пример застосування метода накладання.
11. Поняття про контурні струми. Метод контурних струмів.
12. Метод вузлових потенціалів або метод вузлових напруг.
13. Метод еквівалентного джерела напруги. Теорема Тевеніна. Метод еквівалентного джерела струму. Теорема Нортона.
14. Часове представлення гармонійних коливань. Поняття періоду, циклічної частоти, кутової частоти. Діючі значення струму та напруги. Середнє значення струму та напруги.
15. Векторне представлення коливань.
16. Комплексне представлення коливань. Модуль та аргумент комплексного числа. Комплексне спряжене число.
17. Представлення синусоїдальної функції комплексним числом. Спектральне або частотне представлення синусоїдальних коливань.
18. Гармонійні коливання в резистивних колах, співвідношення фази струму та фаза напруги, середня потужність за період в резистивних колах.

19. Гармонійні коливання в індуктивних колах, співвідношення фази струму та фаза напруги, середня потужність за період в індуктивних колах. Індуктивний опір.

20. Гармонійні коливання в ємнісних колах, співвідношення фази струму та фаза напруги, середня потужність за період в ємнісних колах. Ємнісний опір. Реактивна потужність.

21. Гармонійні коливання в колах при послідовному з'єднанні *RLC* елементів. Реактивний опір, активний опір, повний опір або імпеданс кола. Трикутник напруги та трикутник опорів.

22. Гармонійні коливання в колах при паралельному з'єднанні *RLC* елементів. Реактивний опір, активний опір, повний опір кола. Ємнісна провідність. Індуктивна провідність. Реактивна складова повного струму. Трикутник струмів та трикутник провідності.

23. Загальні поняття про символічний метод. Зв'язок між комплексними амплітудами струму та напруги: для резистивних елементів, для індуктивних елементів та для ємнісних елементів.

24. Використання символічного методу для розрахунку кіл. Послідовне з'єднання елементів. Модуль та фаза комплексного опору.

25. Паралельне з'єднання елементів. Повна провідність кола.

26. Не зв'язані та зв'язані трифазні кола. Трифазний генератор. Графічне представлення трифазних ЕРС (часове та векторне). З'єднання трифазних кіл «зіркою» та «трикутником».

27. Види з'єднання генераторів та навантаження в трифазних колах. Співвідношення між фазними та лінійними напругами.

28. Поняття про активну, реактивну та повну потужність. Трикутник потужності та коефіцієнт потужності. Передача повної потужності при довільному навантаженні. Баланс потужності.

29. Теорема Теледжена. Баланс потужності при гармонійних сигналах

Контрольні питання до 2-го модуля

1. Причини перехідних процесів.
2. Перший закон комутації.
3. Другий закон комутації.
4. Початкові умови перехідних процесів та їх визначення.
5. Виведення диференційного рівняння простого *RL* кола. Незалежна змінна для *RL* кола.
6. Рішення диференційного рівняння першого порядку при перехідному процесі. Поняття вільної та примусової складових. Характеристичне рівняння та його корінь. Постійна *RL* кола.
7. Визначення постійної інтегрування для *RL* кола. Визначення кінцевої формули перехідного процесу для *RL* кола при нульових початкових умовах та джерелі постійної напруги.
8. Струм в індуктивності та напруга на індуктивності при перехідного процесу для *RL* кола. Графічна залежність струму для *RL* кола при нульових

початкових умовах та джерелі постійної напруги. Виводи з графічних залежностей.

9. Виведення диференційного рівняння для RL кола при ненульових початкових умовах та джерелі постійного струму.

10. Виведення формули залежності струму в індуктивності для RL кола при ненульових початкових умовах та джерелі постійного струму.

11. Виведення формули залежності напруги на індуктивності для RL кола при ненульових початкових умовах та джерелі постійного струму.

12. Визначення постійних інтегрування для RL кола при нульових початкових умовах та джерелі змінного струму.

13. Виведення формули залежності струму в індуктивності для RL кола при нульових початкових умовах та джерелі змінного струму. Побудова графічної залежності струму. Поняття надструму при перехідному процесі.

14. Виведення диференційного рівняння простого RL кола. Незалежна змінна для RL кола.

15. Рішення диференційного рівняння першого порядку при перехідному процесі. Поняття вільної та примусової складових. Характеристичне рівняння та його корінь. Постійна RC кола.

16. Визначення постійної інтегрування для RC кола. Визначення кінцевої формули перехідного процесу для RC кола при нульових початкових умовах та джерелі постійної напруги.

17. Струм через ємність та напруга на ємності при перехідному процесу для RC кола. Графічна залежність напруги на ємності для RC кола при нульових початкових умовах та джерелі постійної напруги. Виводи з графічних залежностей.

18. Виведення диференційного рівняння для RC кола при ненульових початкових умовах та джерелі постійного струму.

19. Виведення формули залежності напруги на ємності для RC кола при ненульових початкових умовах та джерелі постійного струму.

20. Виведення формули залежності струму через ємність для RC кола при ненульових початкових умовах та джерелі постійного струму.

21. Виведення формули залежності напруги на ємності для RC кола при нульових початкових умовах та джерелі змінного струму. Побудова графічної залежності напруги. Поняття перенапруги при перехідному процесі.

22. Поняття періодичних та неперіодичних сигналів.

23. Розкладання періодичних сигналів в ряд Фур'є.

24. Визначення характеристичного рівняння перехідного процесу при розряді ємності C на RL коло.

25. Визначення та характеристика коренів характеристичного рівняння при розряді ємності C на RL коло.

26. Аналіз перехідного процесу при дійсних та різних коренях характеристичного рівняння.

27. Аналіз перехідного процесу при комплексно-спряжених коренях характеристичного рівняння.

28. Визначення характеристичного рівняння перехідного процесу при перехідному процесі в складному RLC колі.
29. Визначення постійних інтегрування при перехідному процесі в складному RLC колі.
30. Перетворення Лапласа та порівняння перетворень Лапласа та перетворень Фур'є.
31. Властивості перетворень Лапласа.
32. Поняття оригіналу та зображення сигналу в перетвореннях Лапласа.
33. Зображення струмів та напруги на елементах кола в операторному методі розрахунків.
34. Визначення характеристичного рівняння при операторному методі розрахунків.
35. Теорема розкладання при операторному методі розрахунків.
36. Використання теореми розкладання при визначенні постійних інтегрування в операторному методі.
37. Визначення рівнянь кола та складання матриці в методі змінних станів.
38. Визначення характеристичного рівняння та примусових складових незалежних змінних в методі змінних станів.
39. Складання системи рівнянь та матриць при нульових та ненульових початкових умовах в методі змінних станів.
40. Визначення реакцій елементів кола в методі змінних станів.
41. Правила побудови графічних залежностей в методі змінних станів.
42. Поняття імпульсної і перехідної характеристик та співвідношення між ними.
43. Інтеграл Дюамеля та його форми.
44. Інтеграл накладання та його форми.