

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ НАН УКРАЇНИ**

*Затверджено на засіданні Вченої ради
ІЕД НАН України
протокол № 5 від 09.09.2021 р.*

**ПРОГРАМА ВСТУПНОГО
ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ**

третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
для здобуття ступеня доктор філософії

Галузь знань	14 – Електрична інженерія
Спеціальність	141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Спеціалізація	Теоретична електротехніка

Програму підготували:

чл.-кор. НАН України,	
д-р техн. наук, проф.	Н.А. Щидловська
д-р техн. наук, проф.	Ю.М. Васецький
д-р техн. наук	О.Д. Подольцев
д-р техн. наук	С.М.Захарченко

м. Київ 2021 р.

1. Теорія електричних кіл постійного струму

Основні властивості лінійних електричних кіл. Метод рівнянь Кірхгофа. Методи вузлових потенціалів і контурних струмів. Еквівалентні перетворення в електричних схемах. Принцип суперпозиції. Теорема взаємності. Теорема компенсації. Метод еквівалентного генератора. Матричні і топологічні методи аналізу електричних кіл.

Активний та пасивний двополюсники. Чотириполюсники та їх основні рівняння. Експериментальне визначення сталих чотириполюсника. Метод холостого ходу і короткого змикання. Еквівалентні схеми чотириполюсників.

2. Електричні кола синусоїдного струму

Синусоїдний струм в активних, індуктивних та ємнісних елементах. Резонанс в електричних колах. Енергетичні процеси в колі змінного струму. Мостові і компенсаційні схеми. Символічний метод розрахунку електричних кіл. Векторні і топографічні діаграми. Розрахунок потужності у колах синусоїдного струму в комплексній формі. Активна, реактивна і повна потужності. Коефіцієнт потужності.

Закони магнітних кіл. Магнітні властивості феромагнітних матеріалів. Індуктивно-зв'язані елементи кіл. Розрахунок кіл з взаємною індукцією. Поверхневий ефект і вихрові струми. Втрати в сталі на гістерезис і на вихрові струми. Залежність втрат у сталі від частоти.

3. Багатофазні кола синусоїдних струмів

Властивості багатофазних кіл з різними схемами з'єднань. Розрахунок симетричних режимів трифазних кіл. Розрахунок несиметричних режимів. Метод симетричних складових. Властивості трифазних кіл по відношенню до симетричних складових струмів і напруг. Розрахунок кола з несиметричним навантаженням. Розрахунок несиметричних струмів короткого замикання. Потужність трифазного кола, виражена через симетричні складові. Фільтри для виділення симетричних складових струмів та напруг. Обертове магнітне поле.

4. Несинусоїдні змінні струми

Розкладання періодичної несинусоїдної кривої у тригонометричний ряд. Максимальні, діючі та середні значення несинусоїдних періодичних ЕРС і струмів. Розрахунок кіл з несинусоїдними ЕРС і струмами. Резонанс у випадку несинусоїдних ЕРС і струмів. Потужності: активна, умовна і реактивна. Вищі гармоніки в трифазних системах. Частотні електричні фільтри.

5. Основи теорії нелінійних електричних кіл

Елементи і еквівалентні схеми заміщення найпростіших нелінійних кіл. Види нелінійності. Заміна нелінійних елементів еквівалентними лінійними. Графічні методи розрахунку кіл з нелінійними елементами. Застосування теорії активного двополюсника і чотириполюсника для розрахунку кіл з лінійними і нелінійними елементами. Кола змінного струму з нелінійними елементами. Нелінійні реактивні опори (індуктивні, ємнісні). Явище ферорезонансу. Стабілізація напруги. Подвоєння частоти. Магнітні підсилювачі потужності. Основні характеристики напівпровідникових елементів. Робота випрямляча на активне навантаження.

6. Кола з розподіленими параметрами

Струми і напруги в довгих лініях. Диференціальні рівняння усталеного режиму в однорід-

ній лінії і їх розв'язок. Характеристики однорідної лінії. Довгі лінії з втратами і без втрат. Лінія як чотириполюсник. Характеристичний опір і коефіцієнт поширення симетричного чотириполюсника. Схеми заміщення довгих ліній. Узгоджене навантаження, холостий хід та коротке замикання лінії без втрат. Довільне навантаження лінії без втрат.

7. Перехідні процеси в електричних колах і методи їх розрахунку

Вільні коливання. Вимушені коливання. Вимушені коливання в нерозгалуженому колі. Перехідні процеси у колах першого порядку. Перехідні процеси у колах другого порядку. Аперіодичні і коливальні процеси. Незатухаючі коливання. Залежність параметрів кола від частоти.

Розрахунок перехідних процесів в електричних колах із зосередженими параметрами класичним методом. Перетворення Лапласа. Операторний метод розрахунку перехідних процесів. Зображення найпростіших функцій. Теорема розкладання. Формула Хевісайда для джерел постійної і синусоїдної напруг. Закони Ома і правила Кірхгофа в операторній формі. Коротке замикання індуктивної ділянки в колах із взаємною індукцією. Закони комутації. Розрахунок перехідних процесів методом інтегралу Фур'є. Зв'язок між частотними і часовими характеристиками. Перехідні процеси в колах із розподіленими параметрами.

Методи розрахунку перехідних процесів у нелінійних колах. Перехідні процеси в колах із сталлю. Вмикання випрямляча з ємнісним навантаженням на синусоїдальну напругу. Стійкість режиму в колі з нелінійними опорами. Зображення перехідних процесів на фазовій площині.

8. Елементи синтезу лінійних кіл із зосередженими параметрами

Постановка задачі синтезу кола. Властивості вхідних і передатних функцій. Позитивні дійсні функції. Методи синтезу двополюсників та чотириполюсників. Побудова канонічних схем двополюсників. Синтез двополюсників з втратами, поняття про синтез чотириполюсників.

9. Теорія електромагнітного поля

Рівняння електричного потенціального поля в інтегральній та диференціальній формах. Теорема Гауса. Рівняння Пуассона і Лапласа. Характеристики речовини в полі. Граничні умови на поверхні поділу двох середовищ. Енергія електричного поля. Теорема Ерншоу. Механічні сили в електростатичному полі. Площинно-паралельні поля та методи їх розрахунку. Поля з осью симетрії. Поле двопровідної лінії передачі. Розрахунок електричної ємності. Потенціали простого і подвійного шарів. Інтеграл Пуассона. Провідні і діелектричні тіла в зовнішньому електричному полі. Електростатичне екранування.

Основні рівняння магнітостатики. Граничні умови на поверхні поділу середовищ. Поле намагніченої речовини. Магнітостатика. Скалярний магнітний потенціал. Закон повного струму. Магнітне екранування. Векторний потенціал поля. Електромагнітна індукція. Індуктивність. Енергія магнітного поля. Механічні сили в магнітному полі. Поле лінійних проводів. Магнітне поле кругового струму. Розрахунок коефіцієнтів само- і взаємоіндукції для кругового контуру, двох паралельних проводів, трифазної лінії.

Тіла простої форми в зовнішньому магнітному полі.

Система рівнянь Максвелла (в диференціальній та інтегральній формах) для електромагнітного поля. Потенціали електромагнітного поля. Властивості матеріалів в змінному електричному полі. Енергія електромагнітного поля. Теорема Умова-Пойнтінга. Потік електромагнітної енергії. Рівняння Максвелла в комплексній формі. Властивості середовища в синусоїдному електромагнітному полі. Теорема Умова-Пойнтінга в комплексній формі. Рівняння для напруженостей і потенціали електромагнітного поля в комплексній формі. Механічні сили в електромагнітному полі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко В.С., Бойко В.В, Видолоб Ю.Ф., Курило І.А., Шеховцов В.І., Шидловська Н.А. Теоретичні основи електротехніки. Том 1. Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. Київ: Політехніка, 2004. 272 с.
2. Бойко В.С., Бойко В.В, Видолоб Ю.Ф., Курило І.А., Шеховцов В.І., Шидловська Н.А. Теоретичні основи електротехніки. Том 2. Перехідні процеси у лінійних електричних колах із зосередженими параметрами. Нелінійні та магнітні кола. Київ: НТУУ «КПІ», 2008. 224 с.
3. Бойко В.С., Бойко В.В, Видолоб Ю.Ф., Курило І.А., Шеховцов В.І., Шидловська Н.А. Теоретичні основи електротехніки. Том 3. Електричні кола з розподіленими параметрами. Теорія електромагнітного поля. Київ: НТУУ «КПІ», 2013. 244 с.
4. Щерба А.А., Курило І.А., Кудря Є.А., Намацалюк І.Н., Чибеліс В.І., Перетятко Ю.В. Лінійні електричні кола синусоїдного та періодичного несинусоїдного струмів. Київ: Лазурит-Поліграф 2012. 249 с.
5. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки: підручник. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2018. 416 с.
6. Карпов Ю.О., Ведміцький Ю.Г., Кухарчук В.В., Кацев С.Ш. Теоретичні основи електротехніки. Перехідні процеси в лінійних колах. Синтез лінійних кіл. Електричні та магнітні нелінійні кола: підручник. Вінниця: ВНТУ, 2012. 530 с.
7. Карпов Ю.О., Ведміцький Ю.Г., Кухарчук В.В. Теоретичні основи електротехніки: електромагнітне поле: підручник. Херсон: Олді-плюс, 2014. 338 с.
8. Матвієнко М.П. Основи електротехніки. Підручник. Київ: Вид-во Ліра-К, 2018. 228 с.
9. Щерба А.А., Антамонов В.Х., Курило І.А., Корощенко О.В., Денник В.Ф. Теоретичні основи електротехніки. Збірник задач олімпіад. Посібник для вищих навчальних закладів. Київ, ТОВ "Наш Формат", 2016. – 190 с.
10. Щерба А.А., Рябенький В.М., Кучеренко М.Є., Победаш К.К., Чибеліс В.І. та ін. Електротехніка та електроніка. Теоретичні відомості, розрахунки та дослідження за підтримкою комп'ютерних технологій. Навч. методич. посібник. Київ: "Корнійчук", 2007. – 488 с.
11. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Ч. 1. Електричні кола. Київ: ТОВ "Лазурит-Поліграф", 2011. – 384 с.
12. Mauro Parodi, Marco Storace. Linear and Nonlinear Circuits: Basic & Advanced Concepts. Volume 1. Springer. 2018. 294 p.
13. Mauro Parodi, Marco Storace. Linear and Nonlinear Circuits: Basic and Advanced Concepts. Volume 2. Springer. 2020. 515 p.