

141	Теоретичні основи електротехніки. Поглиблений курс	Сторінка 1 з 8
-----	--	----------------

Силабус

По вивченню дисципліни «Теоретичні основи електротехніки. Поглиблений курс» для аспірантів, спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», Інститут електродинаміки НАН України

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту електродинаміки НАН України
д.т.н., проф., академік НАН України



О. В. Кириленко

« » 2020 р.

1) Назва дисципліни: Теоретичні основи електротехніки. Поглиблений курс		2) Шифр за ОПП: НЗК-4		
3) Карта дисципліни дійсна протягом навчального року: 2020/2021				
4) Освітній рівень: третій рівень вищої освіти (доктор філософії)				
5) Форма навчання: денна, заочна				
6) Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»				
7) Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»				
8) Компонента спеціальності: нормативна				
9) Семестр: I, II, III				
10) Цикл дисципліни: дисципліна загальної підготовки				
11) Викладачі (розробники карти): член-кор. НАН України, докт. техн. наук, професор Щерба А.А.				
12) Мова навчання: українська				
13) Необхідні ввідні дисципліни: «Теоретичні основи електротехніки»; «Вища математика» – розділи: матрична алгебра, векторний аналіз, диференціальні рівняння, диференціальні рівняння в частинних похідних, теорія функцій комплексної змінної, перетворення Фур'є і Лапласа, чисельні методи розв'язання алгебраїчних і диференціальних рівнянь; «Загальна фізика» – розділи: електрика та магнетизм.				
14) Мета курсу: Метою дисципліни є надання аспірантам необхідних поглиблених знань що фізичних особливостей і законів, яким підпорядковані електромагнітні явища і процеси, що супроводжують генерування, передавання, розподіл і споживання електроенергії, в тому числі існуючих методів аналізу електричних та магнітних кіл з зосередженими та розподіленими параметрами, з лінійними та нелінійними елементами, в усталених та перехідних процесах, при постійних та змінних (періодично і неперіодично) струмах та напругах.				
15) Результати навчання:				
№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання на програмні компетентності
1	ПРО1. Розуміти загальнонаукову філософську концепцію наукового світогляду, роль науки, пояснювати її вплив на суспільні процеси.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K01 K02 K03 K04 K07 K14

2	ПР02. Грамотно застосовувати державну мову як усно, так і письмово, для здійснення професійної діяльності.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K07 K08 K09 K11 K22 K25 K26 K28 K30 K31 K32 K33
3	ПР03. Володіти іноземною мовою, включаючи спеціальну термінологію, для представлення та обговорення наукових результатів англійською або однією з мов країн Європейського Союзу в усній та письмовій формах, а також вести наукову дискусію.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K07 K09 K12 K13 K17 K22 K25 K26 K28 K29
4	ПР04. Знати і розуміти сучасні методи ведення науково-дослідних робіт, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K03 K10 K15 K16 K18 K19 K20 K21 K22 K31
5	ПР05. Знати і розуміти основні поняття теорії вимірювань, їх застосування на практиці та при комп'ютерному моделюванні об'єктів та явищ.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K15 K18 K19 K20 K21 K22 K23 K24 K25 K30 K33
6	ПР06. Уміти прогнозувати тенденції розвитку в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K01 K02 K03 K07 K14 K15 K16 K17
7	ПР07. Уміти виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K01 K02 K04 K06 K16 K17 K20 K24 K27
8	ПР08. Уміти проводити постановку, формулювання і вирішення завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K01 K02 K14 K15 K16 K19 K22 K23 K24
9	ПР09. Уміти розробляти нормативно-технічні документи та стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K08 K17 K18 K23 K24 K27

10	ПР10. Уміти проектувати і розробляти інженерні продукти, процеси та системи автоматизованого виробництва, обирати і застосовувати методи комп'ютеризованих експериментальних досліджень.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K14 K18 K20 K21 K22
11	ПР11. Уміти використовувати комп'ютеризовані бази даних, «хмарні» та інтернет-технології, наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K10 K15 K18 K20
12	ПР12. Володіти сучасними методами та розробленими методиками проектування і дослідження, а також аналізу отриманих результатів.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K01 K14 K18 K19 K21
13	ПР14. Уміти оцінювати вплив підприємств електроенергетики, електротехніки та електромеханіки на навколишнє середовище та безпеку життєдіяльності людини.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K04 K15 K19 K22
14	ПР15. Володіти сучасними методами теоретичних та експериментальних досліджень з оцінювання точності отриманих результатів вимірювань.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K02 K14 K15 K17 K19
15	ПР16. Уміти застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та інформаційно-виміральної техніки.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K10 K15 K18 K20 K21 K22
16	ПР17. Володіти основами патентознавства та захисту інтелектуальної власності.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K01 K02 K03 K04 K07 K10 K11 K14 K15 K26 K29
17	ПР19. Уміти організувати спільну роботу з фахівцями з різних галузей в рамках наукових проектів.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K03 K06 K13 K17 K25 K30 K31
18	ПР21. Уміти аналізувати предметну область, формалізувати завдання керування та розділяти глобальну задачу на складові.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K01 K02 K04 K07 K10 K14 K15 K17
19	ПР22. Уміти розробляти техніко-економічне обґрунтування проектів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та оцінювати економічну ефективність їх впровадження	Обговорення під час занять, тематичне дослідження	Лекція, практичні заняття	K05 K10 K14 K17

16) Форми занять та їх тривалість (кількість годин)

Лекція	Практичне заняття	Лабораторні заняття	Курсовий проект/ курсова робота РГР/Контрольна робота	Самостійні робота студента
108	54	-	Контрольна робота	108

Зміст: (окремо для кожної форми занять – Л/Пр/Лаб/ КР/СР)

Лекція.

Змістовий модуль 1. Електричні кола постійного і синусоїдного струму.

1. Основні математичні моделі та припущення в теоретичній електротехніці.
2. Припущення при моделюванні елементів електричного кола і опису їх характеристик.
3. Особливості структури складного електричного кола.
4. Спеціальні методи розрахунку складних електричних кіл. Частина 1.
5. Спеціальні методи розрахунку складних електричних кіл. Частина 2.
6. Деякі властивості електричного кола.
7. Еквівалентні перетворення в електричних колах.
8. Особливості розрахунку активних і пасивних двополюсників.
9. Основні розрахунку кіл синусоїдного струму. Часові та векторні діаграми.
10. Особливості фізичних процесів в колі змінного струму.
11. Напруги і потужності елементів R , L , C при синусоїдному струмі.
12. Послідовне і паралельне з'єднання елементів R , L , C при синусоїдному струмі.
13. Розрахунок складного кола синусоїдного струму символічним (комплексним) методом.
14. Потужності кола синусоїдного струму.
15. Рівняння для індуктивно-зв'язаних елементів.
16. Передача енергії між індуктивно-зв'язаними елементами.
17. Резонанс у послідовному коливальному контурі.
18. Резонанс у паралельному коливальному контурі з втратами.

Змістовий модуль 2. Трифазні кола.

19. Особливості розрахунку багатофазних систем.
20. Розрахунок симетричного трифазного кола з декількома споживачами.
21. Розрахунок несиметричних трифазних кіл із статичним навантаженням.
22. Потужності трифазного кола. Вимірювання активної та реактивної потужності симетричного трифазного кола за допомогою приладів.
23. Метод симетричних складових.
24. Визначення миттєвих та діючих значень струмів в лінійному колі з несинусоїдною ЕРС.
25. Потужності кола несинусоїдного струму та коефіцієнти, що характеризують несинусоїдні струми та напруги. Резонанс в колах несинусоїдного струму.
26. Вищі гармоніки у трифазному колі.

Змістовий модуль 3. Теорія чотириполюсників.

27. Форми рівнянь чотириполюсників. Еквівалентні схеми заміщення.
28. Розрахунок та особливості підбору первинних і вторинних параметрів чотириполюсника. Рівняння чотириполюсника, виражені через вторинні параметри. Каскадне з'єднання чотириполюсників.

Змістовий модуль 4. Перехідні процеси в електричних колах.

29. Перехідний, вимушений і вільний режими електричного кола.
30. Особливості та обмеження при розрахунку перехідного процесу електричного кола класичним методом.
31. Розряд/заряд конденсатора у електричному колі.
32. Перехідні процеси у колі з декількома реактивними елементами.
33. Пряме перетворення Лапласа та його основні властивості.
34. Розрахунок перехідного процесу в електричному колі операторним методом.
35. Перехідні і імпульсні характеристики електричного кола.
36. Розрахунок перехідного процесу в пасивному двополюснику при вхідній напрузі будь-якої форми.

Змістовий модуль 5. Усталені і перехідні процеси у електричних колах з розподіленими параметрами.

37. Рівняння довгої лінії та їх розв'язок для усталеного синусоїдного режиму.
38. Біжучі хвилі в лінії.
39. Однорідна лінія при різних режимах роботи.
40. Лінія без втрат в режимах неробочого ходу та короткого замикання.
41. Режим реактивного навантаження лінії без втрат.

42. Режим мішаних хвиль в лінії без втрат.
43. Хвильове рівняння та його розв'язок для довгої лінії без втрат.
44. Падаючі і відбиті хвилі з прямокутними фронтами.
45. Відбиття та заломлення хвиль в місці з'єднання ліній.

Змістовий модуль 6. Нелінійні електричні і магнітні кола.

46. Нелінійні електричні кола при постійних струмах і напругах.
47. Нелінійні магнітні кола постійного струму.
48. Котушка з феромагнітним осердям.
49. Трансформатор з феромагнітним осердям.
50. Явище ферорезонансу.
51. Феромагнітний підсилювач потужності.

Змістовий модуль 7. Теорія електромагнітного поля.

52. Особливості розрахунку електромагнітного поля.
53. Електростатичне поле та його розрахунки.
54. Електричне поле струмів.

Практичні заняття.**Змістовий модуль 1. Електричні кола постійного і синусоїдного струму.**

1. Потенціальна діаграма електричного кола. Особливості методів контурних струмів і вузлових потенціалів.
2. Метод накладання дії джерел енергії.
3. Еквівалентні перетворення у лінійних електричних колах.
4. Метод активного двополосника. Передача максимальної потужності від активного двополосника пасивному.
5. Особливості розрахунку складного кола синусоїдного струму.
6. Використання методу еквівалентного генератора у колі синусоїдного струму.
7. Розрахунок складного електричного кола з індуктивно-зв'язаними котушками.
8. Розрахунок резонансних явищ у колі. Частотної характеристики двополосника.
9. Модульна контрольна робота 1.

Змістовий модуль 2. Трифазні кола.

10. Розрахунок симетричних та несиметричних трифазних кіл з декількома споживачами.
11. Використання методу симетричних складових для розрахунку несиметричного трифазного кола з динамічним навантаженням.
12. Розрахунок лінійного електричного кола з несинусоїдною ЕРС. Розрахунок вищих гармонік у трифазному колі.
13. Модульна контрольна робота 2.

Змістовий модуль 3. Теорія чотириполосників.

14. Розрахунок електричних кіл з чотириполосниками.

Змістовий модуль 4. Перехідні процеси в електричних колах.

15. Розрахунок перехідних процесів у колах з декількома накопичувачами енергії при дії постійних та синусоїдних джерел енергії.
16. Операторний метод розрахунку перехідного процесу в електричному колі з двома накопичувачами енергії.
17. Використання інтеграла Дюамеля при розрахунку перехідного процесу.
18. Модульна контрольна робота 3.

Змістовий модуль 5. Усталені і перехідні процеси у електричних колах з розподіленими параметрами.

19. Визначення параметрів однорідної довгої лінії. Неспотворювальна лінія. Однорідна лінія з втратами при різних режимах роботи.
20. Лінія без втрат в режимах неробочого ходу та короткого замикання. Лінія без втрат в режимі активного та реактивного навантаження. Лінія без втрат в режимі узгодженого навантаження. Узгоджуючи пристрої в лінії без втрат.
21. Падаючі і відбиті хвилі з прямокутними фронтами. Відбиття хвиль від активно-реактивного навантаження. Відбиття та заломлення хвиль при наявності реактивних неоднорідностей в лінії.

22. Модульна контрольна робота 4.

Змістовий модуль 6. Нелінійні електричні і магнітні кола.

23. Графічний та графоаналітичний методи розрахунку нелінійного електричного кола. Розрахунок простого магнітного кола.

24. Котушка та трансформатор з феромагнітним осердям. Розрахунок ферорезонансних явищ у нелінійному колі.

25. Модульна контрольна робота 5.

Змістовий модуль 7. Теорія електромагнітного поля.

26. Визначення напруженостей та потенціалів електростатичного поля. Електричне поле струмів.

Самостійна робота аспіранта:

Змістовий модуль 1. Електричні кола постійного і синусоїдного струму.

1. Ознайомлення з державними стандартами України.
2. Порівняння природи виникнення струмів провідності, зміщення та переносу.
3. Особливості побудови потенціальної діаграми складного електричного кола.
4. Застосування матричних форм запису рівнянь законів Кірхгофа і контурних струмів.
5. Обґрунтувати раціональність використання різних методів розрахунку складного електричного кола.
6. Можливості використання властивості взаємності лінійного електричного кола.
7. Послідовність згортання розгалуженого електричного кола при визначенні еквівалентного опору.
8. Умови передачі енергії при заданій потужності з мінімальними втратами.
9. Форми запису комплексних функцій, операції над комплексними числами.
10. Залежність параметрів розрахункових схеми реальних пристроїв від частоти струму.
11. Запис комплексних зображень струму і напруги на резисторі, індуктивності, ємності та їх комплексних опорів.
12. Співвідношення між сторонами трикутників опорів і провідностей. Розміщення трикутників на комплексній площині при активно-індуктивних та активно-ємнісних параметрах кола.
13. Особливості використання методів контурних струмів та вузлових потенціалів в комплексній формі запису.
14. Аналіз параметрів елементів кола використовуючи вимірювальне обладнання.
15. Обмеженість використання методів розрахунку коіл з індуктивно-зв'язаними елементами.
16. Рівняння та їх розв'язок трансформатора без феромагнітного осердя.
17. Дослідити настроювальні характеристики послідовного контуру при змінюванні ємності.
18. Проаналізувати частотні характеристики реактивних двополосників.

Змістовий модуль 2. Трифазні кола.

19. Баланс потужностей симетричного 3-фазного кола з декількома споживачами.
20. Визначення кута зсуву фаз симетричного споживача при нульовому показі ватметра.
21. Графічне визначення симетричних складових несиметричної трифазної системи векторів.
22. Визначення симетричних складових струмів та напруг при однофазному короткому замиканні.
23. Гармонічний склад симетричних кривих несинусоїдних струмів.
24. Залежність коефіцієнта потужності від форми кривої струму кола.
25. Частотні електричні фільтри.
26. Вплив схеми з'єднання обмоток трифазного генератора чи трансформатора на гармонічний склад струмів споживача.

Змістовий модуль 3. Теорія чотирьополосників.

27. Матричні форми рівнянь 4-полосника. Вхідні опори 4-полосника при навантаженні.
28. Вимірювання згасання 4-полосника в Неперах і Белах.

Змістовий модуль 4. Перехідні процеси в електричних колах.

29. Розрахунок вільних складових струмів і напруг методом алгебраїзації диференціальних рівнянь.
30. Варіанти складання характеристичного рівняння для вільного режиму.
31. Граничний випадок аперіодичного розряду конденсатора у електричному колі. Декремент коливань та логарифмічний декремент.

32. Особливості розрахунку перехідного процесу при миттєвій зміні індуктивності чи ємності кола.
33. Операторне зображення функцій.
34. Визначення оригіналу струму по його зображенню для комплексно-спряжених коренів.
35. Операторні зображення одиничної та імпульсної одиничної функції.
36. Проаналізувати можливості використання різних форм інтеграла Дюамеля при розрахунку перехідного процесу в пасивному двополюснику з вхідною напругою будь-якої форми.

Змістовий модуль 5. Усталені і перехідні процеси у електричних колах з розподіленими параметрами.

37. Рівняння біжучих хвиль в лінії.
38. Довга лінія як 4-полюсник. Еквівалентні параметри та схеми заміщення довгої лінії.
39. Залежність натуральної потужності від робочої напруги лінії електропередачі, шкала натуральних потужностей.
40. Використання чвертьхвильових відрізків лінії без втрат.
41. Порівняння режиму реактивного навантаження лінії без втрат з режимами неробочого ходу і короткого замикання.
42. Режим узгодженого навантаження лінії без втрат.
43. Співвідношення між енергіями електричних і магнітних полів хвилі елемента довжини лінії.
44. Відбиття хвиль від активно-реактивного навантаження.
45. Проходження хвиль при наявності активного опору в місці з'єднання однорідних ліній.

Змістовий модуль 6. Нелінійні електричні і магнітні кола.

46. Вольт-амперні характеристики нелінійних активних двополюсників.
47. Розрахунок розгалуженого магнітного кола.
48. Визначення параметрів схеми заміщення котушки з осердям.
49. Визначення параметрів схеми заміщення трансформатора.
50. Вплив величини ємності конденсатора на ВАХ досліджуваних кіл.
51. Використання магнітного підсилювача в техніці.

Змістовий модуль 7. Теорія електромагнітного поля.

52. Теорема Гауса і постулат Максвелла в інтегральній формі.
53. Приклади розрахунку електростатичних полів: поле нескінченної зарядженої осі, поле двох паралельних осей.
54. Аналогія електричного поля в провіднику з електростатичним полем. Приклади розрахунку електричного поля.

17) Іспит: так.

18) Основна література:

1. Нейман Л. Р., Демирчян К. С. “Теоретичні основи електротехніки”, т.1. Л.: Энерговидав, 1981. 536 с. – Рос.
2. Нейман Л. Р., Демирчян К. С. “Теоретичні основи електротехніки”, т. 2. Л.: Энерговидав, 1981. 416 с. – Рос.
3. Зевеке Г. В., Іонкін П. А. і ін. “Основи теорії кіл”. – М.: Энергія, 1989. 528 с. – Рос.
4. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І. А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 1: Усталені режими лінійних електричних кіл із зосередженими параметрами. – К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. 272 с.
5. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І. А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 2: Перехідні процеси у лінійних електричних колах із зосередженими параметрами. Нелінійні та магнітні кола. К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2008. 224 с.
6. Бойко В. С., Видолоб Ю. Ф., Курило І. А. та ін. Теоретичні основи електротехніки. Підручник: У 3 т.; Т. 3: Електричні кола з розподіленими параметрами. Теорія електромагнітного поля. К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2013. 224 с.
7. А. А Щерба, І. А. Курило, Є. А. Кудря, І. Н. Намацалюк, В. І. Чибеліс., Ю. В. Перетятко. “Лінійні електричні кола синусоїдного та періодичного несинусоїдного струмів” Київ “Лазурит-Поліграф” 2012. 249 с.
8. Перхач В.С. Теоретична електротехніка. Лінійні кола. К.: ”Вища школа”, 1992. 439 с.

19) Додаткова література:

1. Симетричні складові та вищі гармоніки у трифазних колах. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт з курсу “ТОЕ”. / Уклад.: А. А. Щерба, І. А. Курило, І. Н. Намацалюк, В. І. Чибеліс, Г. І. Сторожилова, Ю. В. Перетятко. К.: НТУУ “КПІ”, 2008. 79 с.
2. Розрахунок перехідних процесів у складних електричних колах. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» для студ. усіх форм навч. / Уклад.: А. А. Щерба, В. І. Чибеліс, Л. Д. Третькова та ін. К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2005.
3. Курило І. А., Намацалюк І. Н., Шеховцов В. І. “Електричні кола з розподіленими параметрами. Усталені режими”. К.: НМКВО, 1993. 96 с.
4. Методичні вказівки та розрахунково-графічні завдання з ТОЕ “Розрахунок усталених та перехідних процесів у колах з розподіленими параметрами. К.: КПІ, 2007. 44 с.
5. Методичні вказівки та розрахунково-графічні завдання з ТОЕ “Нелінійні електричні і магнітні кола постійного струму”. К.: НТУУ “КПІ”, 2005. 44 с.

20) Робоче навантаження студента, необхідне для досягнення результатів навчання

№	Форма занять	Кількість годин аудиторні/ СР
1.	Лекція	108/3,6
2.	Практичне заняття	54/1,8
3.	Лабораторні заняття	-
4.	КП/КР/РГР/Контр.роб.	Контрольні роботи – 5
5.	Форма контролю	Екзамен
	Всього годин	270/9

22) Сума всіх годин:

270

23) Загальна кількість кредитів ECTS

9,0

24) Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:

162 (5,4)

25) Кількість необхідних годин (кредитів ECTS) СР для забезпечення аудиторного навантаження:

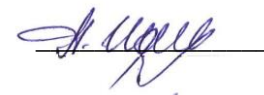
108 (3,6)

26) Кількість годин СР (кредитів ECTS), забезпечених навчальним планом:

108 (3,6)

27) Примітки:

Складено: д.т.н., проф., член-кор. НАН України, Щерба А.А.


Затверджено:

гарант освітньо-наукової програми

 А. А. Щерба