

**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	Електротехнічні комплекси та системи

Програму підготували:

чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.	А.А.Щерба,
чл.-кор. НАН України, д-р техн. наук	І.П.Кондратенко,
д-р техн. наук, проф.	Л.І.Мазуренко,
д-р техн. наук, проф.	Ю.М.Гориславець,
д-р техн. наук	І.А.Шаповал

м. Київ 2021 р.

## **1. Сучасні ознаки електротехніки, автоматизованого електроприводу та електротехнічних і технологічних систем**

Основні ознаки сучасного розвитку електротехніки, автоматизованого електроприводу та електротехнічних і технологічних систем. Визначення та вплив якості електроенергії на ефективність та надійність роботи систем перетворення та стабілізація параметрів електроенергії при її передачі та споживанні у навантаженні. Вплив якості електроенергії на надійність і стійкість роботи електротехнічних (електромеханічних і технологічних) систем її споживання. Сучасні ознаки розробки та створення систем регулювання та стабілізації режимів електромеханічних і технологічних систем.

## **2. Основи електротехніки**

Основні поняття та електротехнічні закони. Методи розрахунку простих і складних електричних кіл. Закони Кірхгофа, Ома, контурних струмів, вузлових напруг, накладання. Потужність в електричних колах постійного та синусоїдного струмів.

Особливості резонансів напруги і струмів в електричних колах. Частотні характеристики послідовного та паралельного коливального контуру. Закони комутації в колах з резистивним, індуктивним та ємнісним опорами. Особливості розрахунку перехідних процесів в колах з нелінійними елементами.

Послідовне та паралельне з'єднання індуктивно-зв'язаних котушок. Передача потужності магнітним потоком взаємодукації (баланс потужностей кола). Використання методу Фур'є для розрахунку діючих і середніх значень періодичних несинусоїдальних функцій часу. Потужність у колах несинусоїдального струму. Коефіцієнти періодичної несинусоїдальної функції. Резонанс у колах несинусоїдального струму.

Принцип створення багатозазної системи ЕРС. Симетричні системи ЕРС, напруг, струмів. Зрівноважені симетричні трифазні системи. Схеми з'єднання елементів трифазної системи. Розрахунок трифазних симетричних кіл. Метод симетричних складових. Трифазна потужність в симетричному і несиметричному електричному колі. Пульсуюче й обертове магнітні поля.

Закон повного струму. Постулат Максвела (теорема Гауса-Остроградського). Закони безперервності електричного струму і магнітного поля. Закон збереження заряду. Рівняння Максвела. Поведінка векторів поля на межі двох середовищ. Крайова задача рівнянь електромагнітного поля. Енергетичні співвідношення в електромагнітному полі. Вектор Умова-Пойтінга. Сили, що діють на провідник в електростатичному та магнітному полях. Електричний і магнітний поверхневі ефекти.

## **3. Електромеханічні системи**

Принципи побудови та основні типи трансформаторів. Фізичні процеси в ідеальних та реальних трансформаторах. Рівняння приведенного трансформатора. Схеми заміщення трансформатора. Трифазні трансформатори. Особливості холостого ходу трифазних трансформаторів. Зовнішня характеристика трансформатора. Регулювання напруги силових трансформаторів. Реактори для кіл змінного та випрямного струму.

Основні закони електромеханіки. Асинхронні машини, їх призначення та галузі застосування. Електромагнітний момент, втрати енергії, коефіцієнт корисної дії (ККД), робочі характеристики. Способи регулювання швидкості асинхронних двигунів з короткозамкненим та фазним ротором (регулюванням напруги, частоти, напруги та частоти, перемиканням числа пар полюсів, реостатний). Штучні механічні характеристики при цих способах. Області їх застосування.

Способи пуску асинхронних двигунів (прямий, від перетворювачів частоти, регуляторів напруги, з перемиканням числа пар полюсів, реостатний). Їх переваги, недоліки та області застосування. Види гальмівних режимів асинхронних двигунів (рекуперативний, протиключенням, динамічне гальмування). Способи їх реалізації.

Синхронні машини, їх призначення та галузі застосування. Принцип дії і будова синхрон-

них машин. Види синхронних машин (явнополюсні, неявнополюсні, з постійними магнітами). Їх кутові та механічні характеристики. Пуск та регулювання швидкості синхронного двигуна. Електромагнітний обертальний момент. Робочі характеристики. Вимоги до систем збудження синхронних машин.

Машини постійного струму, їх структура, принцип дії, призначення та галузі застосування. Основні електромагнітні співвідношення та магнітне поле цих машин. Види збудження двигунів постійного струму (незалежне, паралельне, послідовне та змішане). Схеми електричні та механічні характеристики двигунів постійного струму при цих видах збудження.

Способи регулювання швидкості двигунів постійного струму з незалежним збудженням (регулюванням напруги якоря, напруги обмотки збудження, реостатний). Штучні механічні характеристики при цих способах.

#### 4. Електроживлення механічних і технологічних систем

Принцип дії та особливості електроживлення механічних і технологічних систем. Некеровані напівпровідникові випрямлячі синусоїдального електричного струму. Схеми і режими роботи керованих випрямлячів однофазного і трифазного струму. Напівпровідникові інвертори напруги та струму, резонансні інвертори. Перетворювачі частоти синусоїдного струму. Напівпровідникові регулятори напруги, стабілізатори напруги та струму. Схеми керування напівпровідниковими перетворювачами.

Електромеханічні та електротехнологічні установки. Фізичні основи електротермії. Установки високоінтенсивного нагрівання та переплаву металів (контактного, індукційного, дугового, електронно-променевого). Установки електроімпульсної обробки струмопровідних та діелектричних матеріалів. Установки електроіскрової та електрогідравлічної обробки металів і середовищ. Установки електролізу, електрофорезу та озонування.

#### 5. Автоматичне керування і регулювання електротехнічних комплексів і систем

Система автоматичного керування (САК), її елементи та зворотні зв'язки. Види САК: розімкнуті і замкнуті; програмні, слідкуючі, статичні, астатичні, неперервної і перервної дії.

Умови статичної рівноваги і статичні характеристики ланок САК. Статична похибка і коефіцієнт передачі (підсилення). Особливості загальної методики дослідження динаміки САК. Форма запису рівнянь статички і динаміки. Приклади лінеаризації нелінійних рівнянь САК.

Основні показники якості САК та методи дослідження їх динаміки. Передаточні функції та структурні схеми САК. Диференційні рівняння розімкнених і замкнених САК та частотні характеристики їх елементів. Умови стійкості лінійних САК. Критерії та області їх стійкості.

Оптимальні САК, їх призначення та принцип дії. Адаптивні системи з еталонною моделлю та адаптивні спостерігачі.

#### Література

1. Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А., Шеховцов В.І., Шидловська Н.А. Теоретичні основи електротехніки. Т.1, 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. Т. 2, Київ. "Політехніка", 2008. – 263 с.
3. Бойко В.С., Бойко В.В., Видолоб Ю.Ф., Курило І.А., Шеховцов В.І., Шидловська Н.А. Теоретичні основи електротехніки. Т. 3, Київ. "Політехніка", 2013. – 244 с.
4. Щерба А.А., Рябенський 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.
5. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Ч. 1. Електричні кола. Київ: ТОВ "Лазурит-Поліграф", 2011. – 384 с.
6. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Частина II. Електроніка. Навчальний посібник для студентів ВНЗ. Київ: Наш формат, 2013. – 458 с.

7. Щерба А.А., Поворознюк Н.І. Електротехніка. Частина III. Мікропроцесорна і комп'ютерна техніка. Посібник для студентів ВНЗ. Київ: Наш формат, 2016. – 288 с.
8. Щерба М.А. Сильні електричні поля у полімерній ізоляції кабелів надвисоких напруг. Київ: Про формат, 2019. – 247.
9. Курило І.А., Грудська В.П., Спінул Л.Ю., Щерба М.А. Розрахунок перехідних процесів у лінійних електричних колах із зосередженими та розподіленими параметрами. Навч. посібник. Київ: Наш формат, 2016. – 241 с.
10. 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.
11. Руденко В.С., Сенько В.И., Чиженко Н.М. Основы преобразовательной техники: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1980. - 424с.
12. М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.; За ред. М.Г. Поповича, О.Ю. Лозинського. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.
13. Зайцев Г.Ф., Стеглов В.К., Брицький О.І. Теорія автоматичного управління. – К.: Техніка, 2002. – 688 с.
14. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
15. Головінський Б.Л., Шуруб Ю.В., Лисенко В.П. Теорія автоматичного управління: навч. посіб. – К.: Вид. Центр НУБіП України, 2012. – 240 с.
16. Лавриненко Ю.М. Електропривод. Підручник за ред., Лавриненко Ю.М. Вид. 2-е, доп. і перероб., Київ, Ліра-К., 2009, 503 с.
17. Видмиш А.А., Ярошенко Л.В. Основы электропривода. Теория та практика. Ч. 1. / Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с.
18. Колб Ант. А, Колб А.А. Теорія електроприводу: Навч. посібник. – 2-е вид. перероб. і доп. –Д., Національний гірничий університет, 2011. – 540 с.
19. Копылов И.П. Электрические машины: Учеб. для вузов / И.П. Копылов. – 5-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2006. – 607 с.
20. Міліх В.І. Електротехніка та електромеханіка: Навч. посібник. – К.: Каравела, 2005. – 376 с.
21. Шидловский А.К., Гориславец Ю.М., Глухенький А.И. Электромагнитные системы для дозирования жидких металлов. Киев: ИЭН НАН Украины, 2011. – 208 с.
22. Щерба А.А., Супруновская Н.И., Петриченко В.С. Динамические процессы в электро-разрядных установках. К.: ТОВ "Про Формат". – 2017. – 459 с.
23. Руденко Ю.В., Щерба А.А. Аналіз багатоінтервальних процесів у напівпровідникових перетворювачах. Київ: Про Формат, 2020. – 352 с.
24. Шидловский А.К., Щерба А.А., Супруновская Н.И. Энергетические процессы в электроимпульсных установках с емкостными накопителями энергии. Монография. Киев: "Интерконтиненталь – Украина", 2009. – 208 с.
25. Подольцев А.Д., Кучерявая И.Н. Многомасштабное моделирование в электротехнике. Киев: ТОВ "Артпринт", 2011. – 255 с.
26. Подольцев А.Д., Кучерявая И.Н. Мультифизическое моделирование в электротехнике. Киев: ТОВ "Наш формат", 2015. – 304 с.