

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

*Затверджено на засіданні Вченої ради
ІЕД НАН України
протокол № 8 від 18.06.2026 р.*

**ПРОГРАМА ВСТУПНОГО
ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ**

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

Галузь знань	G – Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G3 – Електрична інженерія
Спеціалізація	Напівпровідникові перетворювачі електроенергії

Програму підготували:

чл.-кор. НАН України,
д-р техн. наук, проф.
д-р техн. наук, проф.
д-р техн. наук, проф.
д-р техн. наук

Валерій МИХАЛЬСЬКИЙ
Костянтин ЛИПКІВСЬКИЙ
Олег ЮРЧЕНКО
В'ячеслав МАРТИНОВ

м. Київ 2026 р.

1. Силові напівпровідникові прилади: інтеграція та керування

1.1. Фізичні основи, математичні моделі, статичні та динамічні характеристики, граничні параметри силових напівпровідникових приладів.

1.2. Силові діоди; тиристори та симістори; біполярні транзистори (BJT), польові транзистори (MOSFET), біполярні транзистори з ізольованим затвором (IGBT).

1.3. Аналіз процесів комутації, комутаційні втрати, динамічні режими та безпечна область роботи силових напівпровідникових приладів.

1.4. Напівпровідникові прилади в колах постійного та змінного струмів. Паралельне та послідовне з'єднання, розподіл струмів і напруг.

1.5. Способи та засоби керування керованими силовими напівпровідниковими приладами.

1.6. Драйвери силових напівпровідникових приладів. Засоби керування, гальванічної ізоляції, захисту, вимірювання та діагностики.

1.7. Силові напівпровідникові модулі та інтегровані силові каскади (IPM, SPM тощо). Структура та принципи побудови.

1.8. Силові напівпровідникові прилади та модулі на основі SiC і GaN. Особливості характеристик, керування, комутації та застосування.

1.9. Втрати потужності, теплові режими та основні показники надійності силових напівпровідникових приладів і модулів.

1.10. Пасивні компоненти силових перетворювачів. Конденсатори, дроселі та трансформатори. Магнітні матеріали, паразитні параметри та високочастотні втрати.

2. Силові структури напівпровідникових перетворювачів

2.1. Некеровані та керовані випрямлячі. Інвертори, керовані мережею.

2.2. Автономні інвертори напруги та струму.

2.3. Імпульсні перетворювачі постійної напруги: неізольовані та ізольовані, одно- та двоспрямовані структури.

2.4. Резонансні та квазірезонансні перетворювачі. М'яка комутація, режими ZVS та ZCS (комутація при нульових напругах та струмах).

2.5. Перетворювачі частоти з ланкою постійного струму.

2.6. Регулятори змінної напруги та безпосередні перетворювачі частоти. Матричні перетворювачі.

2.7. Багаторівневі перетворювачі напруги.

2.8. Перетворювачі з корекцією коефіцієнта потужності.

2.9. Активні мережеві випрямлячі та двоспрямовані мережеві перетворювачі.

3. Модуляція та керування напівпровідниковими перетворювачами

3.1. Принципи та основні методи широтно-імпульсної модуляції.

3.2. Векторна широтно-імпульсна модуляція. Формування керуючих

сигналів у трифазних перетворювачах.

3.3. Принципи побудови систем автоматичного керування напівпровідниковими перетворювачами. Регулювання струму, напруги та потужності.

3.4. Системи координат, що застосовуються для аналізу та керування напівпровідниковими перетворювачами. Перетворення координат у нерухомі та обертові системи.

3.5. Цифрові системи керування напівпровідниковими перетворювачами. Принципи цифрової реалізації алгоритмів керування.

3.6. Мікроконтролери, цифрові сигнальні процесори (DSP) та програмовані логічні інтегральні схеми (FPGA) у системах керування силовими перетворювачами.

3.7. Стійкість та динамічні властивості систем автоматичного керування напівпровідниковими перетворювачами.

4. Методи аналізу та математичне моделювання перетворювачів

4.1. Силкові структури перетворювачів як нелінійні електричні кола. Перетворювачі з постійною та змінною структурами.

4.2. Класичні методи розрахунку перетворювачів:

- метод змінних стану;
- метод припасовування;
- метод окремих складових та його модифікації;
- метод різницевих рівнянь, використання решіткових функцій та дискретного перетворення Лапласа;
- метод фазової площини;
- метод перемикаючих (комутуючих) функцій.

4.3. Усереднені математичні моделі напівпровідникових перетворювачів. Усереднення у просторі станів, лінеаризація та малосигнальні моделі.

4.4. Гармонічний аналіз електромагнітних процесів у перетворювачах. Ряди та перетворення Фур'є. Метод результуючих векторів.

4.5. Математичне та комп'ютерне моделювання напівпровідникових перетворювачів. Чисельні методи та імітаційне моделювання.

5. Енергетичні характеристики, якість електроенергії та електромагнітна сумісність

5.1. Енергетичні процеси та складові потужності в несиметричних і

несинусоїдних режимах. Миттєва потужність та інтегральні енергетичні показники.

5.2. Гармонічні спотворення, несиметрія, коефіцієнт потужності та основні показники якості електричної енергії.

5.3. Пасивні, активні та гібридні фільтри. Компенсація неактивних складових потужності та покращення показників якості струму і напруги.

5.4. Електромагнітна сумісність силових перетворювачів з мережею, навантаженням та іншими технічними засобами.

5.5. Кондуктивні та випромінювані електромагнітні завади. Синфазні та диференціальні завади, джерела їх виникнення та засоби зменшення.

Література

1. Erickson R. W., Maksimović D. Fundamentals of Power Electronics. 3rd ed. Springer, 2020. ISBN 978-3-030-43879-1.
2. Rashid M. H. (ed.). Power Electronics Handbook. 5th ed. Elsevier, 2023. ISBN 978-0-323-99216-9.
3. Mohan N., Raju S. Power Electronics: A First Course. Simulations and Laboratory Implementations. 2nd ed. Wiley, 2022. ISBN 978-1-119-81856-4.
4. Baliga B. J. Fundamentals of Power Semiconductor Devices. 2nd ed. Springer, 2019. ISBN 978-3-319-93987-2.
5. Bose B. K. Power Electronics and Motor Drives: Advances and Trends. 2nd ed. Academic Press, 2020. ISBN 978-0-12-821360-5.
6. Михальський В. М. Засоби підвищення якості електроенергії на вході і виході перетворювачів частоти та напруги з широтно-імпульсною модуляцією. Київ: Інститут електродинаміки НАН України, 2013. 340 с.
7. Кириленко О. В., Жуйков В. Я., Денисюк С. П., Рибіна О. Б. Системи силової електроніки та методи їх аналізу. Київ: Текст, 2006. 488 с.
8. Шавьолкін О. О. Енергетична електроніка: навчальний посібник. Київ: КНУТД, 2017. 396 с.
9. Казачковський М. М. Автономні перетворювачі та перетворювачі частоти: навчальний посібник. Дніпро: НГУ, 2017. 324 с.
10. Загірняк М. В., Коренькова Т. В., Калінов А. П., Гладир А. І., Ковальчук В. Г. Сучасні перетворювачі частоти в системах електропривода. 2-ге вид., переробл. і доповн. Харків: Точка, 2017. 206 с.
11. Holmes D. G., Lipo T. A. Pulse Width Modulation for Power Converters: Principles and Practice. Wiley-IEEE Press, 2003. ISBN 978-0-471-20814-3.
12. Blaabjerg F. (ed.). Control of Power Electronic Converters and Systems. Vol. 1. Academic Press, 2018. ISBN 978-0-12-805245-7.

13. Wu B., Narimani M. High-Power Converters and AC Drives. 2nd ed. Wiley-IEEE Press, 2017. ISBN 978-1-119-15603-1.
14. Михальський В. М., Соболев В. М., Чехет Е. М. Векторна широтно-імпульсна модуляція в матричних перетворювачах. Київ: Наукова думка, 2003. 73 с.
15. Руденко В. С., Ромашко В. Я., Морозов В. Г. Перетворювальна техніка. Київ: ІСДО, 1996. 262 с.
16. Сенько В. І. та ін. Електроніка і мікросхемотехніка. Т. 1. Київ: Обереги, 2000. 300 с.
17. Bose B. K. Modern Power Electronics and AC Drives. Prentice Hall PTR, 2002. 711 p. ISBN 978-0-13-016743-9.
18. Жарський Б. К., Новський В. О., Голубєв В. В. Перетворення параметрів електромагнітної енергії вентилями комутаторами. 2013. ISBN 978-966-02-6954-5.