

	СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «СИНТЕЗ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ СИСТЕМ» Рівень вищої освіти: Другий (магістерський) Спеціальність: <u>G3 - Електрична інженерія</u> Рік навчання: <u>1-й, семестр 2-й</u> Кількість кредитів ECTS: <u>4 кредити</u> Назва кафедри: <u>Електроенергетики,</u> <u>електротехніки та електромеханіки</u> Мова викладання: <u>українська</u>
Лектор курсу	д.т.н., професор Стаднік Микола Іванович
Контактна інформація лектора (e-mail)	<u>stadnik1948@gmail.com</u>

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Синтез електромагнітних систем» є вибірковою компонентою ОПП.

Загальний обсяг дисципліни 120 годин: лекції – 24 год., практичні заняття – 22 год., самостійна робота – 74 год.

Формат проведення: лекції, практичні заняття, консультації.
Підсумковий контроль – залік.

Призначення навчальної дисципліни

Освітня компонента «Синтез електромагнітних систем» спрямована на формування професійних компетентностей, необхідних для аналізу, розрахунку, проєктування та оптимізації електромагнітних систем електротехнічних і електромеханічних пристроїв. У процесі вивчення дисципліни здобувачі опановують методи формування заданого розподілу магнітного поля, вибору конфігурації магнітопроводів, обмоток і постійних магнітів, визначення електромагнітних сил, індуктивностей, потокозчеплень і втрат, а також засоби чисельного моделювання та параметричної оптимізації. Особлива увага приділяється постановці прямих і обернених задач електромагнітного поля, синтезу систем за заданими технічними характеристиками, використанню методу скінченних елементів і сучасних програмних середовищ для верифікації інженерних рішень.

Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення освітньої компоненти «Синтез електромагнітних систем» є формування у здобувачів вищої освіти сучасного рівня знань, умінь і навичок у галузі електричної інженерії, необхідних для постановки та розв'язання задач аналізу й синтезу електромагнітних систем, побудови математичних і комп'ютерних моделей електромагнітних полів, визначення раціональної структури та параметрів магнітних кіл, обмоток і постійних

магнітів, оптимізації електромагнітних характеристик, а також для обґрунтованого проєктування енергоефективних, надійних і технологічних електротехнічних та електромеханічних пристроїв.

Завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення освітньої компоненти «Синтез електромагнітних систем» є засвоєння фізичних і математичних засад електромагнітного поля, методів розрахунку магнітних кіл та принципів постановки прямих і обернених задач синтезу. Важливим завданням є набуття практичних умінь з вибору магнітних матеріалів, розрахунку магнітопроводів, повітряних зазорів, обмоток та систем з постійними магнітами, визначення електромагнітних сил і енергетичних показників. Освітня компонента передбачає оволодіння методами параметричної та багатокритеріальної оптимізації, чисельного моделювання методом скінченних елементів, аналізу чутливості та перевірки отриманих конструктивних рішень із використанням сучасних засобів автоматизованого проєктування.

ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ, ЯКИХ НАБУВАЄ ЗДОБУВАЧ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ ВІДПОВІДНО ДО ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен володіти інтегральною, загальними та спеціальними (фаховими) компетентностями, зокрема:

Інтегральна компетентність (ІК):

ІК. Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК):

ФК2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та технічні рішення для дослідження, проєктування, модернізації та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ФК4. Здатність застосовувати математичні методи, методи системного аналізу та оптимізації для дослідження, аналізу й обґрунтування технічних рішень в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ФК10. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології, спеціалізоване програмне забезпечення, засоби автоматизованого проєктування та комп'ютерного моделювання для створення, дослідження, модернізації та технічного супроводу електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

Програмні результати навчання

ПРН2. Застосовувати методи математичного, комп'ютерного та імітаційного моделювання для дослідження, аналізу та прогнозування процесів в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПРН3. Використовувати сучасні інформаційні технології, спеціалізоване програмне забезпечення, засоби автоматизованого проєктування та комп'ютерного моделювання для розроблення, дослідження, оптимізації та технічного супроводу електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПРН6. Проєктувати електротехнічні та електромеханічні системи технологічного обладнання, розробляти технічні рішення щодо їх створення, модернізації та автоматизації.

Вивчення даної дисципліни формує у здобувачів освіти соціальні навички (softskills): комунікативність (реалізується через: метод роботи в парах та групах, метод самопрезентації), робота в команді (реалізується через: метод проєктів), лідерські навички (реалізується через: робота в групах, метод проєктів, метод самопрезентації).

ПЛАН ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Форми організації навчання та кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Атестація 1			
1.	Тема 1. Методологічні основи аналізу та синтезу електромагнітних систем	2	2
2.	Тема 2. Рівняння електромагнітного поля та математичні моделі в задачах синтезу	2	
3.	Тема 3. Магнітні матеріали, нелінійність, гістерезис і втрати в електромагнітних системах	2	
4.	Тема 4. Розрахунок і синтез магнітних кіл та магнітопроводів	2	
5.	Тема 5. Синтез обмоток електромагнітних пристроїв: магніторушійна сила, індуктивність і нагрівання	2	
6.	Тема 6. Енергетичні методи розрахунку електромагнітних сил, моментів і тягових характеристик	2	
Разом атестація 1		12	2

№ з/п	Назва теми	Форми організації навчання та кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Атестація 2			
7.	Тема 7. Постановка обернених задач та оптимізаційний синтез електромагнітних систем	2	2
8.	Тема 8. Синтез електромагнітів постійного та змінного струму й електромагнітних приводів	2	
9.	Тема 9. Синтез магнітних систем із постійними магнітами	2	
10.	Тема 10. Чисельне моделювання електромагнітних полів методом скінченних елементів	2	
11.	Тема 11. Багатофізичне моделювання: електромагнітні, теплові та механічні процеси в системах	2	2
12.	Тема 12. Автоматизований параметричний і топологічний синтез. Верифікація та оцінювання ефективності рішень	2	
Разом атестація 2		12	4
Усього		24	6

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
	Атестація 1	Денна форма	Заочна форма
1.	Тема 1. Побудова еквівалентної схеми магнітного кола та розрахунок магнітного потоку	2	
2.	Тема 2. Вибір магнітного матеріалу та визначення робочої точки за характеристикою намагнічування	2	2
3.	Тема 3. Розрахунок параметрів котушки електромагніта: число витків, струм, щільність струму та індуктивність	2	
4.	Тема 4. Розрахунок повітряного зазору, магнітної провідності та електромагнітної сили	2	
5.	Тема 5. Параметричний синтез магнітопроводу електромагнітного пристрою за заданими характеристиками	2	
6.	Тема 6. Синтез електромагнітної системи з постійними магнітами для формування заданої індукції в робочій зоні	2	
Разом атестація 1		12	2

	<i>Атестація 2</i>		
7.	Тема 7. Формування цільової функції та обмежень для багатокритеріальної оптимізації електромагнітної системи	2	
8.	Тема 8. Побудова двовимірної моделі магнітної системи у FEMM та аналіз розподілу магнітного поля	2	
9.	Тема 9. Параметрична оптимізація геометрії електромагнітної системи за результатами чисельного моделювання	2	
10.	Тема 10. Розрахунок втрат, теплових навантажень і перевірка допустимої щільності струму в обмотці	2	
11.	Тема 11. Комплексний синтез електромагнітного приводу за заданими силовими, енергетичними та масогабаритними обмеженнями	2	2
Разом атестація 2		10	2
Усього		22	4

САМОСТІЙНА РОБОТА

Види самостійної роботи

№	Вид самостійної роботи	Години (денна/ заочна)	Терміни виконання (денна/ заочна)	Форма та метод контролю (денна/заочна)
1	Опрацювання питань, що виносяться на самостійне вивчення	42/58	Щотижнево	Усне опитування
2	Підготовка до лекційних та практичних занять (робота з інформаційними джерелами: опрацювання першоджерел)	25/42	Щотижнево	Усне опитування
3	Підготовка до тестування	7/10	1раз на семестр	Тестування у системі СОКРАТ
	Разом	74/110		

Самостійна робота здобувача вищої освіти

Самостійна робота здобувача є важливою складовою освітнього процесу під час вивчення дисципліни «Синтез електромагнітних систем» та одним із основних засобів поглибленого засвоєння теоретичних знань і формування практичних умінь у вільний від обов'язкових аудиторних занять час. Вона спрямована на систематизацію, закріплення та розширення знань, отриманих під час лекційних і практичних занять, а також на формування здатності самостійно працювати з навчальною, науково-технічною, нормативною та

довідковою літературою з електромагнітних розрахунків, математичного моделювання та оптимального проєктування електротехнічних пристроїв.

У процесі самостійної роботи здобувачі поглиблюють знання щодо рівнянь електромагнітного поля, властивостей феромагнітних і магнітотвердих матеріалів, розрахунку магнітних кіл, обмоток, індуктивностей, електромагнітних сил і втрат. Особлива увага приділяється методам синтезу магнітних систем за заданими характеристиками, постановці обернених задач, параметричній оптимізації геометрії, використанню постійних магнітів, урахуванню насичення, гістерезису, вихрових струмів і теплових обмежень, а також застосуванню FEMM, ANSYS Maxwell, COMSOL Multiphysics та інших засобів чисельного моделювання.

Виконання самостійної роботи включає розв'язання розрахункових задач, побудову еквівалентних магнітних кіл, вибір матеріалів і параметрів обмоток, формування цільових функцій та обмежень оптимізації, створення дво- і тривимірних моделей електромагнітних систем, аналіз розподілу магнітної індукції, сил, моментів і втрат, порівняння аналітичних та чисельних результатів, тестування, підготовку аналітичних оглядів і презентацій. Завдання мають практичну спрямованість і дозволяють здобувачам обґрунтовувати структуру та параметри електромагнітних систем з урахуванням технічних, енергетичних, масогабаритних, теплових та економічних критеріїв.

Усі результати самостійної роботи повинні бути оригінальними, відображати особистий внесок здобувача і відповідати принципам академічної доброчесності.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Ципленков Д. В., Іванов О. Б., Бобров О. В., Кузнецов В. В., Артемчук В. В., Баб'як М. О. Проєктування електричних машин : навч. посіб. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. 408 с.
2. Основи автоматизованого проєктування електричних машин. Частина 1. Практичні заняття: навч. посіб. / уклад.: В. В. Чумак, М. О. Реуцький, С. С. Цивінський, О. В. Вишневський. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 50 с.
3. Бойко В. С., Спінул Л. Ю., Бурик М. П., Лободзинський В. Ю. Теоретичні основи електротехніки. Частина 1 : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 199 с.
4. Стаднік М.І., Штуць А.А., Колісник М.А. Теоретичні основи автоматики Теорія та практика. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ. 2025. 356 с.
5. Садовой О.В Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Сучасні методи синтезу систем керування» для здобувачів вищої освіти

другого (магістерського) рівня спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Дніпро НУ «Дніпровська політехніка». 2020р.

6. Стаднік М. І., Штуць А. А., Гайдамак О. Л., Волошина О. В. Mechatronic systems and frequency-controlled electric drives of electrical machines in electrotechnologies of bioenergy plants with optimization and reliability diagnostics. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2026. № 2 (133). DOI: 10.37128/2520-6168-2026-2-2.

Додаткова

1. Осташевський М. О., Юр'єва О. Ю. Електричні машини і трансформатори : навч. посіб. / за ред. В. І. Мілих. 2-ге вид., переробл. Київ : Каравела, 2023. 452 с.

2. Буняк О. А., Сисак І. М., Бабюк С. М., Оробчук Б. Я., Осадца Я. М., Коваль В. П. Електричні машини : навч. посіб. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2023. 324 с.

3. Косенков В. Д., Горошко А. В., Каштальян А. С., Бідюк В. Д. Теорія електричних кіл : навч. посіб. 2-ге вид., випр. і допов. Хмельницький : Хмельницький національний університет, 2024. 346 с.

4. Мілих В. І., Шайда В. П., Юр'єва О. Ю. Конструювання двигунів постійного струму : навч.-метод. посіб. Харків : ФОП Панов А. М., 2025. 75 с.

5. Мілих В. І. Проектування трифазних асинхронних двигунів з короткозамкнутою обмоткою ротора : навч. посіб. Харків : ФОП Панов А. М., 2023. 112 с.

6. Stadnik M., Shtuts A., Kolisnyk M., Hryhorenko N. Research on the implementation of intelligent systems to increase the reliability and efficiency of the operation of electric power complexes. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2025. № 1 (128). С. 122-134. DOI: 10.37128/2520-6168-2025-1-14

7. Стаднік М., Штуць А., Колісник М., Григоренко Н. Застосування інтелектуальних систем для підвищення надійності та ефективності функціонування електроенергетичних мереж. Вісник Хмельницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. 2025. Т. 347, № 1. С. 291–299.

Інформаційні ресурси

1. Finite Element Method Magnetics (FEMM) – програмне забезпечення та документація для моделювання низькочастотних електромагнітних полів. URL: <https://www.femm.info/>.

2. COMSOL Multiphysics – AC/DC Module: моделювання електромагнітних полів і багатофізичних процесів. URL: <https://www.comsol.com/acdc-module>.

3. Ansys Maxwell – програмне середовище для 2D/3D моделювання електромагнітних пристроїв. URL: <https://www.ansys.com/products/electronics/ansys-maxwell>.

4. IEC Webstore – міжнародні стандарти з електричних машин і магнітних матеріалів. URL: <https://webstore.iec.ch/>.

5. International Compumag Society. Resources and publications on computational electromagnetics. URL: <https://www.compumag.org/>.

6. International Electrotechnical Commission. Electromagnetic and magnetic materials standards database. URL: <https://www.iec.ch/>.

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА ВИМОГИ ДО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У кінці семестру, здобувач вищої освіти може набрати до 60% підсумкової оцінки за виконання всіх видів робіт, що виконуються протягом семестру, до 10% за показники наукової, інноваційної, навчальної, виховної роботи та студентської активності і до 30% підсумкової оцінки – за результатами підсумкового контролю.

Розподіл балів за видами навчальної діяльності

№ за/п	Вид навчальної діяльності	Бали	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Атестація 1			
1	Участь у дискусіях на лекційних заняттях	4	7
2	Участь у роботі на практичних заняттях	12	10
3	Виконання самостійної роботи	7	10
4	Виконання контрольної роботи	7	8
	Всього за атестацію 1	30	35
Атестація 2			
5	Участь у дискусіях на лекційних заняттях	5	7
6	Участь у роботі на практичних заняттях	10	10
7	Виконання самостійної роботи (індивідуального творчого завдання тощо)	10	10
8	Виконання контрольної роботи	5	8
	Всього за атестацію 2	30	35
9	Показники наукової, інноваційної, навчальної, виховної роботи та студентської активності	10	-
10	Підсумкове тестування (залік)	30	30
	Разом	100	100

Якщо здобувач упродовж семестру за підсумками контрольних заходів отримав менше 35 балів, то він не допускається до заліку. Крім того, обов'язковим при мінімальній кількості балів за підсумками контрольних заходів є виконання індивідуальної творчої роботи (презентації).

Під час виконання навчальних завдань, завдань контрольних заходів

недопустимо порушення академічної доброчесності. Презентації та виступи мають бути авторськими та оригінальними, інформація про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності – достовірною; у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей мають бути посилання на джерела інформації з дотриманням норм законодавства про авторське право і суміжні права.

Програма навчальної дисципліни передбачає врахування результатів неформальної та інформальної освіти при наявності підтверджуючих документів як окремі кредити вивчення навчальних дисциплін.

Переведення балів внутрішньої 100-бальної шкали в національну здійснюється у відповідності до шкали.

Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою для заліку
90-100	A	зараховано
82-89	B	зараховано
75-81	C	
66-74	D	зараховано
60-65	E	
35-59	FX	незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни