

# МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

## ОПИС КУРСУ

Актуальність моделювання електротехнічних і електромеханічних систем полягає у можливості перевірки запропонованих технічних рішень в енергоємних нелінійних складних системах, визначення статичних та динамічних процесів, розв'язанням виникаючих проблем шляхом дослідження процесів до впровадження на діючих установках. Особливістю курсу є викладання методики моделювання електротехнічних і електромеханічних систем з практичними прикладами розрахунку та моделювання. Розглянуто пакет програм MatLab з погляду універсального середовища моделювання технічних систем. Здійснено аналіз методів математичного, структурного та фізичного моделювання в MatLab за допомогою бібліотеки блоків Simulink та програми SimPowerSystems.

## ВИМОГИ

наявність базових знань з електрики та магнетизму;  
– наявність базових знань з основ математичного аналізу, комплексних чисел, матричної математики, операційного обчислення;  
– наявність базових знань з електромеханічних властивостей та характеристик двигунів постійного та змінного струмів;  
– наявність базових знань з принципів автоматичного керування;  
– наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;  
– наявність особистого логіну та паролю в Moodle

Освітній рівень

Бакалавр

Кількість  
кредитів

4,5/4,5

Назва кафедри,  
яка пропонує  
дисципліну

Автоматизації,  
електро- та  
робототехнічних  
систем

**ХІЛОВ Віктор**

[Victor.khilov@mipolytech.education](mailto:Victor.khilov@mipolytech.education)

доктор технічних наук, професор, фахівець в галузі автоматизованих електромеханічних систем в металургії та гірництві



## ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- Відтворювати та аналізувати явища та процеси в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах при їх комп'ютерному моделюванні.
- Опанувати нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.
- Обґрунтовувати вибір напрямку, виконувати наукові дослідження, а також критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.

## ТЕМАТИКА

**Пакет MatLab.** Неперервні блоки (Continuous). Математичні функції (Math). Віртуальні прилади для спостереження і реєстрації процесів (Sinks). Джерела сигналів (Sources). Бібліотека пасивних силових елементів (Sim Power Systems Elements). Елементи силової електроніки (Power Electronics). Бібліотека електричних машин (Machines).

**Побудова моделей у системі MatLab.** Виділення об'єктів. Операції з блоками. Переставлення блоків моделі. Установлення параметрів блока. Вилучення блоків. Від'єднання блоків. Зміна кутової орієнтації блока. Зміна розмірів блока. Зміна і переміщення імені блока. Створення з'єднувальних ліній. Розстановка міток сигналів і коментарів. Створення підсистеми. Запис і друкування моделі. Моделювання теплових режимів електродвигуна.

**Моделі напівпровідникових перетворювачів напруги.** Моделі керованих випрямлячів. Модель однофазного керованого випрямляча. Модель трифазного керованого випрямляча. Визначення енергетичних показників за результатами моделювання. Модель широтно-імпульсного перетворювача (ШІП). Модель автономного інвертора.

**Моделювання двигунів постійного струму.** Двигуни постійного струму незалежного збудження. Двигуни постійного струму послідовного збудження. Двигуни постійного струму змішаного збудження. Віртуальні моделі двигунів постійного струму.

**Моделювання електропривода тиристорний претворювач напруги (керований випрямляча) – двигун (ТПН-Д).** Модель електропривода з автоматичним регулюванням моменту (струму) в системі ТПН-Д. Модель електропривода з від'ємним зворотним зв'язком за струмом. Модель електропривода з відсічкою за струмом. Модель електропривода з від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю. Модель двоконтурної системи з підпорядкованим регулюванням струму та швидкості системи ТПН-Д. Віртуальна модель електропривода з керованим випрямлячем. Моделювання електропривода постійного струму на базі широтно-імпульсних перетворювачів (ШІП). Віртуальна модель електропривода з ШІП.

**Моделювання в MatLab електропривода змінного струму.** Моделі асинхронних двигунів. Модель асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором (АКЗ) в нерухомій системі координат. Модель АКЗ в обертовій системі координат. Модель АКЗ з перетворювачем координат. Віртуальна модель асинхронного двигуна з фазним ротором. Віртуальна модель трифазного АКЗ при живленні від однофазної мережі. Розімкнена система регульованого електропривода асинхронний короткозамкнений двигун – автономний інвертор напруги із синусоїдальною широтно-імпульсною модуляцією (АКЗ – АІН з ШІМ). Моделювання асинхронного електропривода з векторним керуванням. Модель електропривода з магнітоелектричним синхронним електродвигуном. Моделі



регульованого трифазного асинхронного електропривода з імпульсними регуляторами напруги.

**Теми лабораторних робіт.** Ознайомлення з пакетом MatLab. Побудова моделей у системі MatLab. Моделі напівпровідникових перетворювачів напруги. Моделювання двигунів постійного струму. Моделювання електропривода тиристорний претворювач напруги (керований випрямляча) – двигун (ТПН-Д). Моделювання в MatLab електропривода змінного струму.

**Теми індивідуальних завдань.**

1. Моделювання система керування двигуном постійного струму незалежного збудження.
2. Моделювання векторна система керування асинхронним двигуном

## ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСУ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Освітній процес будується як комбінація лекцій занять та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та проведення проблемно орієнтованих практичних занять з виконанням лабораторних робіт і індивідуальних графічно-розрахункових завдань – з іншого.

Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим – усі заняття проводять у форматі відеозапису з можливістю її перегляду у доступний час для здобувача; від студентів очікується ознайомлення з матеріалом перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття у вигляді сполучення пояснень викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції.

Лабораторні та практичні заняття передбачають дослідження електричних кіл і електромеханічних перетворювачів з розв'язання задач різних рівнів, розбір і аналіз електромагнітних і електромеханічних закономірностей; їх відвідування є бажаним.

Від студента очікується виконання індивідуальних завдань, практичних і модульних контрольних робіт у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».

З урахуванням поточної ситуації на час проведення Операції об'єднаних сил на території України від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога»; санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.

Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті або в персональній розмові в MS Teams.

## ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

### Розподіл балів за контрольними точками

Види конт. точок	Навчальні тижні семестру																Всього
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Поточні контрольні роботи				5			5					5			5		20
Задача лаборатор. робіт							5								5		10



види поточного контролю можуть бути покращені за індивідуальною домовленістю з викладачем;

- викладач не має права знижувати оцінку за індивідуальне завдання або модульну контрольну роботу, якщо вони не були складені вчасно, однак в разі, якщо така робота була оцінена пізніше, ніж момент завершення теоретичного навчання у семестрі, то відповідна оцінка не враховується у рейтингу здобувачів освіти.

### Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

Форма підсумкового контролю – залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю без проведення додаткових контрольних заходів.

Умови допуску до підсумкового контролю. Якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів, необхідно відпрацювати відповідні види контролю поточної успішності до звершення теоретичного навчання.

Порядок визначення підсумкової оцінки. Для варіанту заліку:

- якщо протягом семестру за результатами поточного контролю здобувач освіти набрав менше 60 балів, то під час екзаменаційної сесії йому надається змога отримати/покращити власний результат з усіх видів поточного контролю;
- в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю або в процесі покращення власних результатів здобувач освіти набрав більше 60 балів, йому виставляється фактична сума балів і оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік».

### Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки

Бальна шкала	Рівні	Характеристика	Традиційні шкали	
			Іспит	Залік
90-100	A	Студент демонструє видатний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни, що засвідчують його безумовну готовність до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Відмінно	Залік
82-89	B	Студент виявляє вищий за середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні незначні помилки	Добре	
75-81	C	Студент виявляє середній рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях присутні деякі значущі помилки		
67-74	D	Студент виявляє задовільний рівень досягнення запланованих результатів вивчення навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом, в його знаннях або діях наявні суттєві помилки	Задовільно	
60-66	E	Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати вивчення навчальної дисципліни		
35-59	FX	Низка запланованих результатів навчання не досягнуті. Рівень наявних результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом	Незадовільно	Незалік
0-34	F	Результати навчання відсутні або критично низькі		

**ОСОБЛИВІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

- В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються;
- В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики з електротехніки та електромеханіки (наприклад, Coursera, Udeму або інших платформ, в т.ч. платформ відкритих курсів вітчизняних та/або закордонних університетів), то 1) доцільно звернутися до списку рекомендованих вебресурсів або проконсультуватися з викладачем на предмет релевантності самосійтно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) в разі успішності опанування такого курсу, яке підтверджується сертифікатом або іншим способом, такому здобувачу у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](https://polytechnic.metinvest.university), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;
- В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](https://polytechnic.metinvest.university), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного або навіть підсумкового контролю; консультацію з питань визнання результатів неформальної та інформальної освіти можна отримати в уповноваженої особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](https://polytechnic.metinvest.university).

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

- 1 Математичне моделювання об'єктів електроенергетики: практикум : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" за освітньо-професійною програмою «Електричні станції»/ уклад. Г. М. Гаєвська. Київ : ФЕА НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2023.
- 2 Саух С. Є., Борисенко А. В. Математичне моделювання електроенергетичних систем в ринкових умовах : монографія. Київ : «Три К», 2020. 340 с.
- 3 Бойченко С. В., Данілін О. В., Босак А. В., Майданський І. Я. Моделювання електротехнічних комплексів. Дослідження математичних моделей лінійної та нелінійної динамічних систем : комп'ютерний практикум : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 62 с.
- 4 Mathematical and computer modelling of engineering systems : collective monograph / Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine V. S. Hudramovich. Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2020. 158 p.
- 5 Scharoch P, Polak MP, Szymon R, Holodnik-Malecka K. A First Guide to Computational Modelling in Physics. Cambridge University Press, 2024. 110 p.

## АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

Як член студентської спільноти Технічного університету «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» Ви маєте дотримуватися певних стандартів та академічної політики:

- Шахрайство та плагіат заборонені.
- Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс. зарахованих на курс для цілей, пов'язаних з цим курсом і не можуть поширюватися.
- Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.
- Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення, на коректність змісту та мови.
- Університет прагне підтримувати середовище, вільне від дискримінації або дискримінаційних домагань, спрямованих на будь-яку людину або групу в межах своєї спільноти - здобувачів освіти, співробітників або відвідувачів.

[Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)