

СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ОПИС КУРСУ

Системи інтелектуального електрозабезпечення (СІЕ) – це базова дисципліна професійного ядра освітньої програми «Енергоефективні технології в системах електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств», вивчення якої має на меті набуття здобувачем теоретичних знань та практичних навичок щодо опанування нової парадигми побудови електроенергетичних систем на основі концепції Smart Grid для потужних енергорайонів, промислових підприємств та мікромереж з джерелами розподіленої генерації.

Запропонований курс має високу актуальність у сучасному освітньому середовищі через концепцію низьковуглецевого розвитку у електрогенерації, процеси декарбонізації та децентралізації у системах електрозабезпечення та загрози військових та терористичних атак. Курс орієнтовано на підготовку фахівців, які прагнуть підвищувати енергетичну незалежність та надійність електрозабезпечення промислових підприємств. Він охоплює такі ключові теми, як пристрої інтелектуального електропостачання, адаптивні електричні мережі та пристрої керування та захисту електричних мереж.

Особливість дисципліни полягає в акценті на сучасних технологіях штучного інтелекту в області керування режимами генерації/споживання електроенергії та комплексному підході до формування теоретичного та практичного базису щодо їх ефективного впровадження у сучасні цифрові системи електрозабезпечення. Такий підхід, окрім іншого, забезпечується систематизацією та поєднанням отриманих раніше знань з теоретичної електротехніки та систем виробництва, розподілу та перетворення електроенергії. Набуті під час вивчення дисципліни знання є основою для таких прикладних сфер, як електроенергетика, енергетичний аудит, електромагнітна сумісність, диспетчеризація енергосистем тощо.

ВИМОГИ

- математичні знання та навички: елементарна математика, аналіз функцій, математична статистика, спектральний аналіз;
- знання та навички з основних законів і теорій електротехніки, електричних вимірювань та електричних машин;
- знання та навички з систем виробництва, розподілу, транзиту та перетворення електроенергії;
 - наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до деканату).

Освітній рівень

Магістр

Кількість кредитів

5,0 / 5,0

Назва кафедри, яка пропонує дисципліну

Автоматизації, електро- та робототехнічних систем

ПАПАЙКА Юрій

yurii.papaika@mipolytech.education

доктор технічних наук, професор, фахівець у області електромагнітної сумісності та стійкості електроенергетичних систем



ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- Обґрунтовувати та застосовувати методи підвищення енергоефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних технологічних комплексів і систем.
- Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
- Застосовувати сучасні методи та підходи для розробки ефективної системи керування енергетичними ресурсами на гірничих та металургійних підприємствах з урахуванням соціальних та екологічних умов;
- Розуміти та вміти ідентифікувати можливість застосування сучасних технологій штучного інтелекту в області керування режимами генерації/споживання електроенергії та комплексному підході до формування теоретичного та практичного базису щодо їх ефективного впровадження у сучасні цифрові системи електрозабезпечення

ТЕМАТИКА

Вступ до курсу. Нормативно-правове забезпечення. Концепція Smart Grid Приклади реалізації інтелектуальних систем електрозабезпечення країн з розвинутою економікою Трансформація енергетики України в інтелектуальну ресурсно- незалежну систему. Відновлювані джерела енергії. Їхня роль у структурі інтелектуального електрозабезпечення. Забезпечення стійкості режиму електроенергетичної системи при обмеженні генеруючих потужностей та транзитних ліній. Робота систем електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств під час воєнних дій. Цифрові підстанції. Використання електромобілів у якості споживачів-регуляторів. Пристрої FACTS в інтелектуальних системах електрозабезпечення. Системи активної фільтрації в інтелектуальних системах електрозабезпечення. Оцінка резонансних явищ при роботі перетворювачів енергії. Оцінка проблеми електромагнітної сумісності у системах електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств. Технології ефективної компенсації реактивної потужності з інтелектуальними регуляторами. Принципи реалізації систем автономного електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств Системи захисту та автоматики.

ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСУ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

- Освітній процес будується як комбінація лекцій та самостійного вивчення навчального матеріалу на платформі Moodle – з одного боку, та проблемно орієнтованих практичних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових навичок – з іншого.
- Відвідування лекційних занять є бажаним, однак не обов'язковим; від студентів очікується ознайомлення з матеріалом перед лекцією, що дозволить побудувати лекційне заняття, консолідує пояснення викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції. При підготовці рекомендовано також використовувати наукові публікації за темою українською та англійською мовою, а також англійські навчальні матеріали на платформі Kortext.
- Практичні заняття передбачають навчальні дискусії з аналізу умовно змодельованих ситуацій та реальних кейсів за матеріалами відкритого доступу, або розв'язання
 - аналітично-розрахункових задач різних рівнів; їх відвідування є бажаним.
 - Студент має виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи у терміни, встановлені у розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».
 - З урахуванням поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки при сигналі «Повітряна тривога», штрафні санкції за залишення заняття або неявку на заняття не застосовуються.
- Офіційними каналами зв'язку є електронна пошта та MS Teams з використанням облікового запису xxx.xxx@mipolytech.education.
- Опціонально доступні індивідуальні та групові консультації. З викладачем можна зв'язатися через електронну пошту, в чаті заняття або в персональній розмові в MS Teams.

ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Всього	
Види контроль. точок																		
Робота на практичних заняттях					5								5					10
Робота на лабораторних заняттях			5		5							5		5				20
Складання індивідуальних завдань							15									15		30
Модульні контрольні роботи									20								20	40
Всього					50							50						100

Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на практичних заняттях	<p>ПР №1. Аналіз положень та вимог концепції Smart Grid. Дослідження проблематики виникнення перехідних процесів. ПР №2. Елегазові розподільчі пристрої в схемах цифрових підстанцій. Дослідження проблематики електромагнітної сумісності. Оцінка за роботу на практичному занятті оголошується наприкінці заняття та може бути оскаржена одразу (максимум 5 балів): – студент дав пряму і релевантну відповідь на поставлене питання з використанням обґрунтованого посилання на теоретичний матеріал та варіював відповіддю залежно від зміни вхідних умов, у т.ч. у вигляді додаткових запитань / зміг вербально стисло формалізувати сутність проблеми за ситуацією, ідентифікувати ключові складові та пріоритети вирішення, запропонував логічне розв'язання (3 бали); ініціативність студента у роботі над проблемою, логічність і структурованість вербальної відповіді під час навчальної дискусії, здатність комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, у т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним (2 бали).</p>
Робота на лабораторних заняттях	<p>ЛР №1. Розробка автономних електрогенеруючих комплексів з відновлюваними джерелами енергії. ЛР №2. Створення карт оперативного перемикачів для переходу на аварійні системи електрозабезпечення. ЛР №3. Моделювання амплітудно-частотних характеристик вузлів навантаження гірничих та металургійних підприємств. ЛР №4. Конфігурація та налаштування інтелектуального регулятора реактивної потужності у шафі X-Line.</p> <p>Підготовлена згідно методичних вказівок робота у форматі файлу *.docx або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle та перевіряється протягом тижня після здачі. Оскарження оцінки може бути здійснене не пізніше двох тижнів з моменту оцінювання роботи.</p> <p>Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт (максимум 5 балів):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 балів – всі дослід/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів повний та обґрунтований, звіт оформлений акуратно; • 4 бали – дослід/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів неповний, або звіт оформлений неохайно; • 3 бали – у дослід/розрахунках присутні певні помилки, або аналіз отриманих результатів неповний, звіт оформлений неохайно; • 1-2 бали – у дослід/розрахунках присутні певні помилки, аналіз отриманих результатів неповний, звіт оформлений неохайно.

<p>Складання індивідуальних завдань</p>	<p>IЗ №1. Дослідження проблематики виникнення перехідних процесів у сучасних умовах. IЗ №2. Дослідження проблематики електромагнітної сумісності в умовах гірничих та металургійних підприємств.</p> <p>Підготовлений згідно методичних вказівок звіт у форматі файлу *pdf або *pptx розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle та перевіряється протягом тижня після здачі. Оскарження оцінки може бути здійснене не пізніше двох тижнів з моменту оцінювання роботи.</p> <p><i>Критерії оцінювання виконання індивідуального завдання (макс. 25 балів):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 21-25 балів – повна відповідність оцінці 17-20 балів, також ініціативність студента у роботі над вирішенням проблеми, логічність та структурованість вербальної відповіді під час презентації отриманих результатів в рамках навчальної дискусії, здатність комунікувати у команді та під впливом негативних факторів, у т.ч. під тиском викладача та/або групи, вміння вести дискусію та бути критичним та самокритичним; • 17-20 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий логічно, повно й обґрунтовано, звіт оформлений акуратно та відповідно до вимог; • 13-16 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий логічно, повно й обґрунтовано, але звіт оформлений неохайно; • 9-12 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий не повно та/або не обґрунтовано, але звіт оформлений акуратно; • 5-8 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий не повно та/або не обґрунтовано, звіт оформлений неохайно; • 1-4 бали – матеріал завдання підготовлений не повно, деякі розділи відсутні, звіт оформлений неохайно.
<p>Модульні контрольні роботи</p>	<p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 10 хвилин. У разі неявки на таке заняття або неможливості виконання МКР з поважних причин допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб складання МКР обмежується однією. Кожна модульна контрольна робота включає блок з 25-ти тестів у вигляді теоретичних завдань та розрахункових задач з матеріалу модуля (макс 25 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору з однією вірною відповіддю. Задачі передбачають виконання певних розрахунків та обрання вірної відповіді із запропонованих. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю.</p>

Додаткові зауваження щодо контрольних точок:

- студент може оскаржити отримані оцінки в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи: Polytechnic \(metinvest.university\)](#)) та Положенням про політику та процедури врегулювання конфліктних ситуацій ([Академічні політики : Polytechnic \(metinvest.university\)](#));
- оцінки, отримані за роботу на практичних заняттях, не можуть бути відпрацьовані або покращені, окрім процедури оскарження, оцінки за інші 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;
- використання штучного інтелекту (ШІ) не забороняється, оскільки релевантність пропозиції відомих застосунків ШІ суттєво залежить від обміркованої постановки питання й уточнюючих питань; однак в разі, якщо відповідь, отримана з використанням ШІ, не є комплексною або не відповідає за стилем і викладеними позиціями іншим частинам завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за контрольну точку знижується.



Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

Категорія	Варіант вивчення як обов'язкової	Варіант вивчення як вибіркової
Форма підсумкового контролю	Письмовий екзамен	Залік, тобто підсумкова оцінка вставляється як сума оцінок поточного контролю (контрольних точок) без проведення додаткових контрольних заходів
Умови допуску до підсумкового контролю	Не менше 35 балів; якщо здобувач освіти в результаті самооцінки академічного прогресу не впевнений, що набравши 35 балів за поточну успішність, складе іспит на 85 балів і вище, то він має підвищити власні результати поточного контролю до прийняттого рівня	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	<p><i>Для варіанту заліку:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – 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, крім активності на навчальних заняттях; – в разі, якщо протягом семестру за результатами поточного контролю або в процесі покращення власних результатів під час сесії здобувач освіти набрав більше 60 балів, йому виставляється фактична сума балів і оцінка «залік», в іншому випадку – «незалік». Перескладання у цьому разі допускається у встановлені терміни ліквідації академічної заборгованості. <p><i>Для варіанту екзамену:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час іспиту (І). В разі, якщо оцінка, отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту: $\begin{cases} \frac{O + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$	
Порядок проходження екзамену	Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів) входять 6 тестових завдань множинного вибору з однією вірною відповіддю (по 10 балів) та 2 задачі, які передбачають виконання розрахунків або обґрунтування порядку розв'язання проблеми (по 20 балів). Екзамен оцінює розуміння теоретичних підходів та володіння методологічним інструментарієм щодо аналізу процесів та систем за проблематикою всього курсу. На складання екзамену надається 2 спроби. Порядок оскарження екзаменаційної оцінки визначений у розділі 10 Положення про організацію освітнього процесу (Нормативні документи: Polytechnic (metinvest.university)).	

Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки наведена в таблиці

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	
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		
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	Добре	Залік

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

– У разі, якщо дисципліна є обов'язковою для здобувача освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні (дисципліни «Основи виробництва електроенергії», «Джерела енергії», «Технології виробництва електроенергії» та ін.), то кредити та оцінка з дисципліни може бути перезарахована в порядку, передбаченому Положенням про організацію освітнього процесу ([Нормативні документи: Polytechnic \(metinvest.university\)](#)). Консультацію з даного питання можна отримати у викладача, куратора групи або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– У 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;

– У разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики систем виробництва електроенергії (наприклад, Coursera, UdeMy або інших платформ, у 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 самостійно знайденого освітнього ресурсу програмі дисципліни; 2) у 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 \(metinvest.university\)](#)), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– У 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 \(metinvest.university\)](#)), 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 \(metinvest.university\)](#).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими: за заг. ред. акад. НАН України О.В. Кириленка / Інститут електродинаміки НАН України. Київ : Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. 400 с.
2. Півняк Г. Г., Кириленко О. В., Папаїка Ю. А., Луценко І. М., Лисенко О. Г. Трансформація енергетики України в інтелектуальну ресурсно-незалежну систему: Е45. Дніпро : Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2022. 55 с.
3. Pivnyak G. G., Zhezhelenko I. V., Papaika Y. A. Transients in Electric Power

Supply Systems. Switzerland : Trans Tech Publications Ltd, 2016. 382 p.

4. ENTSO-E, ENTSO-G Overview of the selected / proposed gas and electricity TYNDP 2018 2040 story lines. Entso-E, 2016. 11 с. (Препринт / ENTSO-E AISBL. Avenue de Cortenbergh 100, 1000 Brussels, Belgium). URL: <https://www.entsoe.eu/>.

5. Півняк Г. Г., Жежеленко І. В., Папаїка Ю. А. Енергетична ефективність систем електропостачання. Дніпро: НТУ «ДП», 2018. 149 с.

6. Півняк Г. Г., Жежеленко І. В., Трофімов Г. Г., Папаїка Ю. А. Реактивна потужність в електричних мережах. Дніпро : НТУ «ДП», 2020. 72 с.

7. Півняк Г. Г., Кириленко О. В., Азюковський О. О., Папаїка Ю. А., Луценко І. М. Перехідні процеси в системах електропостачання. 6- те вид., допрац. та допов. Дніпро : Грані, 2024. 712 с.

8. Кириленко О. В., Півняк Г. Г., Азюковський О. О., Папаїка Ю. А., Луценко І. М. Стійкість режиму енергосистеми з розподіленою генерацією. Дніпро : Грані, 2024, 284 с.

9. Smart Electrical Grid System. Taylor and Francis, 2021. 278 p. URL: <https://read.kortext.com/library/books/1929270>.

АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

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

– **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагіату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного оцінювання; надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання – прямо заборонено (докладніше про це – у Положенні про академічну доброчесність здобувачів вищої освіти та науково-педагогічних працівників ТОВ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»); і в разі виявлення – **відповідний захід контролю (контрольну точку) буде оцінено в 0 балів за з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

– В разі випадку надання здобувачам освіти під час проходження ними оцінювання результатів навчання допомоги чи створення перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження такого оцінювання; впливу у будь-якій формі (прохання, умовляння, вказівка, погроза, примушування тощо) на педагогічного (науково-педагогічного) працівника з метою здійснення ним необ'єктивного оцінювання результатів навчання студент може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу.

– Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані лише тільки здобувачами освіти, яким призначено даний курс і 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 та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.

– Використання ШІ не заборонене, разом з тим, воно має здійснюватися відповідально і з урахуванням «живих» політик щодо використання ШІ в Університеті: студент відповідає за повноту, вірогідність інформації, яка була згенерована/знайдена з використанням великих мовних моделей, здатний ідентифікувати у відповіді, яка частина інформації отримана з використанням технологій ШІ, а що є його власним здобутком/позицією.

– 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.

Докладніше про академічні політики стосовно етичності поведінки, академічної доброчесності та протидію булінгу можна дізнатися за посиланням: [Академічні політики - Polytechnic \(metinvest.university\)](https://metinvest.university)