

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ У СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ОПИС КУРСУ

Електромагнітна сумісність у системах електрозабезпечення (ЕМС) – це вибіркова 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 методів визначення критеріїв оцінювання ЕМС у системах електрозабезпечення промислових підприємств та енергетичних системах з елементами розподіленої генерації.

Запропонований курс має високу *актуальність* у сучасному освітньому середовищі через проблематику електромагнітної сумісності. ЕМС в даний час належить до першочергових завдань для вирішення у електроенергетиці як в теоретичному, так і в прикладному плані. Значимість цієї проблеми настільки ж велика, як і відомі проблеми екології, енергетичної безпеки та енергоресурсозбереження. Її економічний характер свідчить про величезні збитки, які виникають в результаті недотримання вимог ЕМС. Так, щорічний економічний збиток, обумовлений незадовільним рівнем ЕМС в промисловості та в побуті, становить (за різними оцінками) від 100 до 500 млрд. євро.

Особливість дисципліни полягає в акценті на сучасних математичних методах аналізу рівнів електромагнітних завад, які виникають при роботі потужних промислових навантажень. Такий підхід, окрім іншого, забезпечується систематизацією та поєднанням отриманих раніше знань з теоретичної електротехніки та систем виробництва, розподілу та перетворення електроенергії. Набуття студентами професійних навичок забезпечуються поєднанням теоретичних відомостей з результатами наукових досліджень та інженерної практики на діючих гірничо-видобувних та металургійних підприємствах.

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

- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності);
- здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові та практичні методи для вирішення складних науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств;
- здатність застосовувати сучасні методи та підходи для розробки ефективної системи керування енергетичними ресурсами на гірничих та металургійних підприємствах; проводити модернізацію і впровадження нових технологій в електроенергетичній сфері.
- здатність розробляти, впроваджувати й експлуатувати системи електрозабезпечення гірничих та металургійних підприємств з використанням сучасних розробок у електроенергетичній галузі.

ТЕМАТИКА

Вступ до курсу. Кондуктивні електромагнітні завади. Польові електромагнітні завади. Перенапруги у електроенергетичних системах. Джерела електромагнітних завад у системах електрозабезпечення. Засоби зниження несиметрії та несинусоїдальності напруги. Оцінка економічного аспекту проблеми ЕМС. Вплив електромагнітних завад на навколишнє середовище та організм людини.

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, консолідуючи 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 англійськомовні 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.
- 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	17	Всього	
Види контроль. точок																			
Робота на практичних заняттях								5										5	10
Складання індивідуальних завдань								30										30	60
Модульні контрольні роботи								15										15	30
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. Розрахунки показників електромагнітної сумісності у системах електрозабезпечення.</p> <p>ПР №2. Методи нормалізації показників якості напруги.</p> <p>Оцінка за роботу на практичних заняттях оголошується на контрольному тижні та може бути оскаржена одразу (максимум 5 балів):</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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).
Складання індивідуальних завдань	<p>IЗ №1. Дослідження проблематики електромагнітної сумісності у системах електрозабезпечення. Розрахунок несиметрії та несинусоїдальності напруги.</p> <p>IЗ №2. Дослідження проблематики електромагнітної сумісності у системах електрозабезпечення. Розрахунок засобів корекції та економічних збитків.</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>Критерії оцінювання виконання індивідуального завдання (макс. 20 балів):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 25-30 балів – повна відповідність оцінці, 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;

	<ul style="list-style-type: none"> • 20-24 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий логічно, повно й обґрунтовано, звіт оформлений акуратно та відповідно до вимог; • 10-19 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий логічно, повно й обґрунтовано, але звіт оформлений неохайно; • 7-9 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий не повно та/або не обґрунтовано, але звіт оформлений акуратно; • 4-6 балів – матеріал завдання підготовлений та поданий не повно та/або не обґрунтовано, звіт оформлений неохайно; • 1-3 бали – матеріал завдання підготовлений не повно, деякі розділи відсутні, звіт оформлений неохайно.
Модульні контрольні роботи	<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 15-ти тестів у вигляді теоретичних завдань та розрахункових задач з матеріалу модуля (max 15 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 прийнятного 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	<i>Для варіанту заліку:</i>	

<p>підсумкової оцінки</p>	<p>– 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;</p> <p>– 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> <p><i>Для варіанту екзамену:</i></p> <p>– 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:</p> $\begin{cases} \frac{O + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$
<p>Порядок проходження екзамену</p>	<p>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)).</p>

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	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

– 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 Perezарахована 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 Perezараховуються;

– 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. О. В. Кириленка. 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. Жежеленко І. В., Шидловський А. К., Півняк Г. Г., Саенко Ю. Л. Електромагнітна сумісність у системах електропостачання : підручник. Дніпро : Нац. гірнич. ун-т, 2009. 319 с.
4. ENTSO-E, ENTSO-G Overview of the selected/proposed gas and electricity TYNDP 2018 2040 story lines, 19 September 2016 / Entso-E. 11 с. (Препринт / ENTSO-E AISBL. Avenue de Cortenbergh 100, 1000 Brussels, Belgium). URL: 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., доопрац. 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.

АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

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

- **Академічна недоброчесність** у 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 з наступним повідомленням декану факультету та голові комісії з академічної доброчесності Університету.**

- У 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 (розділ 10).

- Матеріали в рамках курсу, захищені авторським правом, можуть бути використані 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.

- 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/policies-polytechnic)