

# ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ

## ОПИС КУРСУ

Електричні апарати – це базова дисципліна професійного ядра освітньої програми «Інжиніринг електропостачання та електромеханічних систем у металургії та гірництві», вивчення якої має на меті набуття здобувачем теоретичних знань та практичних навичок щодо вивчення конструкції, призначення, принципу дії та галузі застосування електричних апаратів.

Запропонований курс має високу *актуальність* у сучасному освітньому середовищі через його спрямованість на підготовку кваліфікованих фахівців, здатних забезпечувати надійне та безпечне функціонування електроенергетичних систем. Курс охоплює такі ключові теми, як аналіз електричних апаратів напругою до та вище 1000 В, вивчення використовуваних електротехнічних матеріалів тощо.

*Особливість* дисципліни полягає у комплексному підході щодо вивчення різноманіття електричних апаратів керування та захисту, що нині використовуються в системах зовнішнього та внутрішнього електропостачання. Такий підхід, окрім іншого, забезпечується систематизацією та поєднанням отриманих раніше знань з фізики, теоретичних основ електротехніки, механіки та електричних машин. Набуті під час вивчення дисципліни знання є основою для багатьох складових електроенергетичної системи, а саме електричних мереж, електричних станцій та підстанцій, систем електропостачання промислових та цивільних об'єктів тощо.

Для освітньо-професійної програми «Інжиніринг електропостачання та електромеханічних систем у металургії та гірництві» освітній компонент «Електричні апарати» є обов'язковим, для інших програм цей курс може стати частиною Вашої індивідуальної траєкторії навчання, що допоможе Вам набути професійно-орієнтованих компетентностей з розуміння конструкції, принципу дії та галузі застосування електричних апаратів керування та захисту.

## ВИМОГИ

- математичні знання та навички: елементарна математика, диференціальне та інтегральне обчислення;
- знання та навички з основних фізичних законів і теорій;
- знання та навички з основних законів і теорій електротехніки; принципу дії, конструкції та характеристик основних електричних машин, метрології та основ електричних вимірювань;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle (для отримання або поновлення слід звернутися до деканату).

Освітній рівень

Бакалавр

Кількість кредитів

4,0 / 5,0

Назва кафедри, яка пропонує дисципліну

Автоматизації, електро- та робототехнічних систем

**РУХЛОВА Наталія**

[Nataliia.Rukhlova@mipolytech.education](mailto:Nataliia.Rukhlova@mipolytech.education)

кандидат технічних наук, доцент, фахівець у системах електропостачання промислових та цивільних об'єктів, режимах електроспоживання та їх регулюванні



## ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;
- здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах;
- розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж;
- знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;
- ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності;
- вибирати комутаційні апарати для напруги різного класу згідно вихідних умов експлуатації.

## ТЕМАТИКА

Вступ до курсу. Загальні відомості та поняття про електричні апарати. Вимоги до електричних апаратів. Умови експлуатації електричних апаратів. Позначення та маркування електричних апаратів. Електротехнічні матеріали. Електричні контакти. Комутація електричних кіл. Умови виникнення і горіння електричної дуги. Засоби та пристрої гасіння електричної дуги. Електробезпека. Високовольтні вимикачі. Запобіжники. Комбінації апаратів із запобіжниками. Роз'єднувачі. Вимикачі-роз'єднувачі. Автоматичні вимикачі. Контактори та пускачі. Апарати кіл керування. Електричні реле. Трансформатори струму та напруги. Розрядники, реактори та обмежувачі напруги.

## 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 і лабораторних занять з відпрацювання аналітично-розрахункових та практичних 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 у вигляді сполучення пояснень викладача та обговорення проблемних питань, які виникли при підготовці до лекції.
- Практичні заняття передбачають навчальні дискусії з аналізу умовно змодельованих ситуацій та реальних кейсів за матеріалами відкритого доступу, або розв'язання розрахункових задач різних рівнів; їх відвідування є бажаним.
- Лабораторні заняття передбачають дослідження конструкції, галузі застосування та принципів дії основних типів електричних апаратів, їх відвідування є бажаним.
- Навчальним планом освітньої програми «Інжиніринг електропостачання та електромеханічних систем у металургії та гірництві» передбачається проведення виїзної офлайн-сесії на одному з підприємств групи Метінвест. У програму офлайн-сесії окрім лабораторних робіт з дисципліни "Електричні апарати" входять майстер-класи з аналізу реальних кейсів щодо вибору, ефективної експлуатації та

обслуговування сучасного електротехнічного обладнання від провідних фахівців підприємства.

- Студент має виконати завдання з лабораторного та практичного модулів 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 Види контроль. точок	Тижні																		Всього
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Робота на лабораторних заняттях					10			10		10					10				40
Робота на практичних заняттях			10				10										10		30
Модульні контрольні роботи									15									15	30
Всього	45									55									100

### Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на лабораторних заняттях	<p>ЛР №1. Дослідження конструкції та принципу дії плавких запобіжників.            ЛР №2. Дослідження конструкції та принципу дії роз'єднувачів, віддільників та короткозамикачів.            ЛР №3. Дослідження конструкції та принципу дії вакуумних вимикачів.            ЛР №4. Дослідження конструкції та принципу дії елегазових вимикачів.</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><b>Критерії оцінювання виконання практичних робіт (максимум 10 балів):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9-10 балів – повна відповідність оцінці 8 балів, також ініціативність студента у роботі над проблемою, логічність та 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;</li> <li>• 7-8 бали – всі дослід/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів повний та обґрунтований, звіт оформлений акуратно;</li> <li>• 5-6 бали – дослід/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів неповний, або звіт оформлений неохайно;</li> <li>• 3-4 бали – у дослід/розрахунках присутні певні помилки, або аналіз отриманих результатів неповний, звіт оформлений неохайно;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-2 бал – у дослідях/розрахунках присутні певні помилки, аналіз отриманих результатів неповний, звіт оформлений неохайно.</li> </ul>
Робота на практичних заняттях	<p>ПР №1. Вибір комутаційних апаратів до 1000 В.          ПР №2. Вибір комутаційних апаратів вище 1000 В.          ПР №3. Вибір вимірювальних трансформаторів струму та напруги.</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><i>Критерії оцінювання виконання практичних робіт (максимум 10 балів):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9-10 балів – всі досліді/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів повний та обґрунтований, звіт оформлений акуратно;</li> <li>• 7-8 бали – досліді/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів неповний, або звіт оформлений неохайно;</li> <li>• 5-6 бали – у дослідях/розрахунках присутні певні помилки, або аналіз отриманих результатів неповний, звіт оформлений неохайно;</li> <li>• 1-4 бал – у дослідях/розрахунках присутні певні помилки, аналіз отриманих результатів неповний, звіт оформлений неохайно.</li> </ul>
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	Не менше 35 балів; якщо здобувач освіти в результаті самооцінки академічного	Якщо сума оцінок за поточний контроль за семестр становить менше 60 балів,

підсумкового контролю	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	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"> <li>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;</li> <li>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.</li> </ul> <p><i>Для варіанту екзамену:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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:</li> </ul> $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{O + I}{2}, & \text{якщо } I \geq 60 \\ I, & \text{якщо } I < 60 \end{cases}$	
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 ( <a href="#">Нормативні документи: Polytechnic (metinvest.university)</a> ).	

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	Незадовільно	Незалік

		недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом		
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 «Електричні апарати», «Електрообладнання» 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 уповноважених осіб університету; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам: Polytechnic \(metinvest.university\)](#).

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. В.О. Бржезицький, В.Ц. Зелінський, П.Д. Лежнюк, О.Є. Рубаненко. Електричні апарати: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 602 с.

2. Електрична частина станцій та підстанцій: курс лекцій: навчальний посібник для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / уклад.: О.В. Остапчук, П.Л. Денисюк, Ю.П. Матеєнко. Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. 183 с.

3. Електротехнічні матеріали: навч. посіб. / А.С. Головченко, Д.В. Ципленков, А.А. Колб, А.В. Ніколенко; Мін-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Д.: НТУ "ДП", 2021. 184 с.

4. Електричні апарати: Навч. посібник / М.Т. Лут, А.М. Мрачковський. За ред. А.М. Мрачковського. К.: ЦП «Компринт», 2017. 564 с.
5. B. Koti Reddy (2021). Electrical Equipment: A Field Guide. 1-st edition / Wiley-Scrivener. 480 p.

## 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.

– 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.

– 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://polytechnic.metinvest.university).