

# ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

## ОПИС КУРСУ

«Електротехніка та електроніка» є фундаментальною складовою професійного ядра освітньої програми «Інжиніринг механічного обладнання та систем». Її опанування забезпечує здобувачам вищої освіти формування базових професійних знань і навичок, необхідних для розв'язання практичних завдань інженерної діяльності, пов'язаних з аналізом електромагнітних процесів, а також аргументованим вибором і експлуатацією електромеханічного обладнання сучасних підприємств.

Актуальність дисципліни зумовлена широким застосуванням електротехнічних та електромеханічних систем у процесах автоматизації металургійного та гірничого виробництва. Сучасні комп'ютерно-інтегровані технології та робототехнічні комплекси потребують високого рівня професійної підготовки фахівців, здатних забезпечувати їх ефективну експлуатацію, технічне обслуговування та підтримання у працездатному стані. Саме тому вивчення фундаментальних законів електротехніки та електромеханіки є обов'язковою передумовою для майбутніх інженерів-автоматників.

Особливістю курсу є системна інтеграція положень теорії електричних і магнітних кіл з їх практичним втіленням у сфері електромеханіки. Це дозволяє здобувачам формувати компетентності, необхідні для кваліфікованої оцінки та вибору сучасних систем автоматизації виробничих механізмів. Значна увага приділяється експериментальним дослідженням з використанням сучасних програмних пакетів Multisim та Mathcad, що забезпечує поєднання теоретичних знань із практичними навичками моделювання та аналізу.

## ВИМОГИ

- базові уявлення про електричні та магнітні явища;
- основи математичного аналізу, включаючи роботу з комплексними числами, матрицями та елементами операційного числення.
- володіння базовими офісними програмами (Microsoft Word, Excel, Visio);
- навички роботи з галузевим програмним забезпеченням (Multisim, Mathcad Prime – освітня версія), що використовується для моделювання електротехнічних і електромеханічних процесів та виконання інженерних розрахунків;
- початкові знання програмування.
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education для доступу до сервісів Microsoft Teams, Word, Excel;
- зареєстрований особистий логін і пароль для роботи в електронному навчальному середовищі Moodle.

Освітній рівень

бакалавр

Кількість  
кредитів

5,0

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

Використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань, а саме:

- аналізувати та розраховувати електричні кола постійного і змінного струму, що застосовуються в системах керування механічним обладнанням;
  - обирати та обґрунтовувати електротехнічні й електронні компоненти для приводів, насосних, вентиляційних і теплотехнічних установок;
  - застосовувати принципи роботи електричних машин, перетворювачів і електронних пристроїв у складі механічних систем;
  - читати та складати електричні схеми, пов'язані з автоматизацією і керуванням інженерними установками;
  - оцінювати енергоефективність електромеханічних систем і режимів їх роботи;
- забезпечувати безпечну експлуатацію електротехнічного обладнання відповідно до нормативних вимог.

## ТЕМАТИКА

### **Тема 1. Вступ до курсу. Лінійні кола постійного струму**

Основні поняття та закони електротехніки. Електричний струм, напруга, опір, провідність, потужність. Джерела електричної енергії: ідеальні та реальні джерела напруги та струму. Спад напруги на ділянці кола. Закон Ома для ділянки кола та для повного кола. Баланс потужності в електричному колі постійного струму. Методи розрахунку резистивних кіл (метод контурних струмів, метод вузлових потенціалів, принцип суперпозиції тощо).

### **Тема 2. Лінійні кола однофазного струму**

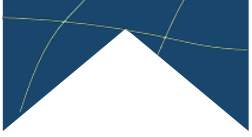
Гармонійні коливання: поняття гармонійних коливань; миттєве, середнє та діюче значення гармонійної напруги та струму; подання гармонійних функцій у вигляді векторних діаграм та комплексних чисел. Елементарні кола змінного струму: гармонійні коливання в резистивних, індуктивних та ємнісних колах; вольт-амперні характеристики та фазові співвідношення. Складені кола змінного струму: послідовне з'єднання RLC-елементів: резонанс напруги; паралельне з'єднання RLC-елементів: резонанс струмів; аналіз частотних характеристик. Баланс потужності в колах змінного струму: активна, реактивна та повна потужність; коефіцієнт потужності та методи його підвищення; баланс потужності у колі змінного струму. Резонанс у колах змінного струму: фізична суть резонансу; умови виникнення резонансу в послідовних і паралельних колах; практичне застосування резонансних явищ в електротехніці та електроніці.

### **Тема 3. Магнітно-зв'язані лінійні кола однофазного струму**

Явище взаємної індуктивності: фізична суть явища взаємоіндукції; закон електромагнітної індукції Фарадея у випадку взаємодії котушок; поняття коефіцієнта взаємоіндукції та коефіцієнта зв'язку. Послідовне з'єднання магнітно-зв'язаних котушок: схеми та рівняння для випадку узгодженого і зустрічного включення; еквівалентна індуктивність. Паралельне з'єднання магнітно-зв'язаних котушок: особливості аналізу під час дії різних напрямків обмоток; розрахунок еквівалентних параметрів. Методи розрахунку кіл з магнітно-зв'язаними елементами: використання рівнянь Кірхгофа для кіл із взаємоіндукцією; метод контурних струмів і метод вузлових потенціалів у присутності зв'язаної індуктивності; приклади практичного застосування (трансформатори, дроселі, датчики). Баланс потужності в колах з магнітним зв'язком: розподіл активної і реактивної потужності; втрати у магнітних колах; особливості визначення балансу потужності під час наявності взаємної індукції.

### **Тема 4. Лінійні кола трифазного струму**

Лінійні кола трифазного струму в сталому режимі: поняття симетричної трифазної системи напруги та струмів; властивості та переваги трифазних систем у порівнянні з однофазними;



рівняння та векторні діаграми для сталого режиму. З'єднання зіркою у трифазних колах: схеми з'єднання споживачів зіркою (з нульовим проводом та без нього); взаємозв'язок між лінійними та фазними напругами і струмами; приклади розрахунків. З'єднання трикутником у трифазних колах: особливості з'єднання споживачів за схемою «трикутник»; перехід від з'єднання зіркою до з'єднання трикутником; вплив схеми з'єднання на режим роботи електричної системи. Баланс потужності в трифазних колах: активна, реактивна та повна потужність у трифазних колах; коефіцієнт потужності; баланс потужності під час дії симетричного та несиметричного навантаження. Вимірювання потужності у трифазних колах: метод трьох ватметрів; метод двох ватметрів (практичне значення); особливості вимірювання потужності під час дії симетричного та несиметричного навантаження. Метод симетричних складових: теоретичні основи методу; розкладання системи несиметричної напруги і струмів на симетричні складові; застосування методу симетричних складових для аналізу аварійних та несиметричних режимів у трифазних системах.

#### **Тема 5. Електромеханічні властивості та характеристики машин постійного струму**

Двигуни постійного струму незалежного збудження: електромеханічні властивості та робочі характеристики; методи регулювання швидкості обертання (зміна напруги на якорі, введення додаткових опорів, регулювання магнітного потоку); побудова пускових характеристик; розрахунок додаткових опорів у якорному колі; гальмівні режими.

Двигуни постійного струму послідовного збудження: електромеханічні властивості та природні характеристики; штучні характеристики; особливості регулювання швидкості та моменту; гальмівні режими роботи.

Двигуни постійного струму змішаного збудження: конструктивні особливості та електромеханічні властивості; статичні характеристики; гальмівні режими.

#### **Тема 6. Електромеханічні властивості та характеристики асинхронних двигунів**

Характеристики асинхронного двигуна з фазним ротором: принцип роботи і конструктивні особливості; механічні та електромеханічні характеристики; порівняння з асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором.

Гальмівні режими асинхронних двигунів: рекуперативне гальмування з поверненням енергії в мережу; гальмування противмиканням; динамічне гальмування (з підведенням постійного струму до обмотки статора).

Методи регулювання швидкості асинхронних двигунів: реостатне регулювання швидкості (введення додаткових опорів у коло ротора); регулювання швидкості зміною індуктивного опору; регулювання швидкості перемиканням числа пар полюсів; регулювання швидкості зміною напруги на статорі; регулювання швидкості зміною частоти живильної напруги (частотне регулювання); регулювання швидкості у каскадних схемах.

#### **Тема 7. Властивості та характеристики синхронних двигунів**

Конструктивні особливості та принцип роботи синхронних двигунів. Електромеханічні характеристики: залежність моменту від кута навантаження, стабільність роботи. Особливості експлуатації у сталому режимі.

#### **Тема 8. Розрахунок і вибір потужності двигунів**

Розрахунок потужності двигуна під час тривалого режиму роботи. Розрахунок потужності двигуна під час змінного навантаження. Розрахунок потужності двигуна під час короткочасного режиму. Розрахунок потужності двигуна під час повторно - короткочасного режиму. Визначення припустимої частоти вмикання асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.

## ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСУ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

– Освітній процес складається з лекцій, лабораторних робіт, практичних занять та самостійного вивчення матеріалів на платформі Moodle. Він також включає роботу з професійними джерелами інформації, пошук матеріалів у Kortext та Research4life за



англомовним тезаурусом, виконання індивідуальних завдань, а також консультації – як індивідуальні, так і групові.

– Відвідування лекційних занять не є обов'язковим, воно вітається. Здобувачам вищої освіти рекомендується ознайомитися з матеріалами до лекції заздалегідь, щоб на заняттях можна було обговорювати проблемні питання.

– 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 здобувачів вимагається виконати індивідуальні завдання та модульні контрольні роботи у терміни, які встановлено в розділі «Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання».

– З обліком поточної ситуації від учасників освітнього процесу очікується виконання вимог безпеки під час дії сигналу «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 та графік їх виконання

Тижні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Всього	
Види контр. точок																				
Робота на лабораторних заняттях				8				8			8			8				8		40
Складання індивідуальних завдань								20										20		40
Модульні контрольні роботи									10										10	20
Всього (О)	46									54									100	
Екзамен (Е)																				100

### Зміст та вимоги до контрольних точок

Назва контрольної точки	Опис контрольної точки, порядок її проходження та отримання балів
Робота на лабораторних заняттях	<p>Підготовлений звіт згідно методичних вказівок 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 8 балів):</p> <p>7-8 балів – повна відповідність оцінці 8 балів, також ініціативність здобувача вищої освіти 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;</p> <p>5 – 6 бали – всі дослід/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів повний та обґрунтований, звіт оформлений акуратно;</p>

	<p>3 - 4 бали – дослід/розрахунки виконані релевантно, аналіз отриманих результатів неповний, або звіт оформлений неохайно; 1 - 2 бали – у дослід/розрахунках присутні певні помилки, або аналіз отриманих результатів неповний, звіт оформлений неохайно.</p>
Виконання та захист індивідуального завдання	<p>Підготовлений звіт з індивідуального завдання у вигляді файлу *.docx, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється протягом тижня після завершення терміну подачі. Оскарження оцінки може бути здійснене на останньому практичному занятті модуля. Мах 20 балів: – здобувач вищої освіти підготував звіт відповідно індивідуального завдання, в якому: правильно визначив проблеми, комплекс факторів, які могли вплинути на їх виникнення, обґрунтував своє бачення теоретичними концепціями або моделями, виконав необхідні розрахунки в разі потреби, представив висновок або власне бачення виходу з проблеми і окреслив можливі перспективи та обмеженість такого рішення; звіт структуровано, викладено технічним, науковим стилем (20 балів); – звіт містить комплексну, логічну пропозицію вирішення індивідуального завдання в рамках дисертаційного дослідження; якщо наведене рішення не є комплексним або не відповідає за стилем і викладеними позиціями завдання, містить очевидно неправдиву інформацію, то оцінка за цим критерієм знижується (15 балів); – здобувач під час презентації / захисту звіту демонструє володіння термінологічним апаратом, відповідає на запитання, здатний швидко адаптувати позицію під зміни у вихідному ситуаційному завданні (10 балів).</p>
Модульні контрольні роботи	<p>МКР виконуються в Moodle під час останнього практичного заняття в модулі за 1 годину 10 хвилин. У разі неявки або неможливості виконання МКР з поважних причин на таке заняття допускається відкриття виконання МКР за погодженням з викладачем в інший час асинхронно. Кількість спроб не обмежується, однак обмеження по часу виконання МКР залишається. Кожна модульна контрольна робота включає блок тестових завдань з теоретичного матеріалу модуля (мах 10 балів). Тестові завдання являють собою тести множинного вибору або відповідності. Тести оцінюються за співпадінням з правильною відповіддю.</p>

#### Додаткові зауваження:

- здобувач вищої освіти 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.

#### Форма підсумкового контролю. Порядок визначення підсумкової оцінки

Форма підсумкового контролю	Письмовий екзамен
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	– підсумкова оцінка (ПО) визначається як середнє арифметичне поточної успішності з навчальної дисципліни (О) та оцінки, отриманої під час екзамену (Е). Якщо оцінка, яка отримана на іспиті, менше 60 балів, підсумкова оцінка дорівнює оцінці іспиту: $\begin{cases} \text{ПО} = \frac{O+E}{2}, & \text{якщо } E \geq 60; \\ E, & \text{якщо } E < 60. \end{cases}$
Порядок проходження екзамену	Екзамен складається в Moodle у визначений розкладом екзаменаційної сесії період; до складу завдань екзамену (100 балів). Екзамен оцінює ступінь володіння матеріалами освітнього компоненту. На складання екзамену надається 1 спроба. 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	Здобувач вищої освіти 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	Здобувач вищої освіти 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	Здобувач вищої освіти 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	Здобувач вищої освіти 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 вищої освіти, і він засвоїв повністю або частково відповідні програмні результати навчання під час отримання освіти на попередніх або такому ж рівні, 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 або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну;

– У разі, якщо здобувач вищої 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 вищої освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики інтелектуальних систем управління (наприклад, Coursera, UdeMy 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 самостійно 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 \(metinvest.university\)](#), такі результати можуть бути зараховані замість оцінки з певного виду поточного контролю;

– У разі, якщо здобувач вищої 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 Хілов В.С. Теоретичні основи електротехніки. Київ: Видавництво «Каравела», 2021. 468 с.
- 2 Хілов В.С., Койфман О.О., Рухлов А.В. Практику з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки», ч.1. стаціонарні процеси у лінійних колах, постійних, гармонійних однофазних, трифазних і полігармонійних струмів. Одеса: Олді+, 2024. 186 с.
- 3 Вовк О.Ю., Квітка С.О., Попова І.О. Лінійні електричні кола постійного струму: навчальний посібник. Запоріжжя : ВПЦ «Люкс», 2023. 227 с.
- 4 Колотіло В. І., Донець О. В. Теорія електропривода : конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка); Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 148 с.

## 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 здобувач вищої освіти може оскаржити процедури оцінювання за процедурами, передбаченими Положенням про організацію освітнього процесу (розділ 10).

– 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.

– 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)