

# ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

## ОПИС КУРСУ

Дисципліна «Теорія електроприводу» є однією з базових складових підготовки фахівців, оскільки забезпечує формування фундаментальних знань про принципи побудови, функціонування електромеханічних систем керування рухом.

В умовах сучасного розвитку промисловості, транспорту, енергетики та автоматизації технологічних процесів електроприводи є основними споживачами електроенергії (60%) та ключовими елементами систем автоматичного керування. Вивчення курсу сприяє формуванню у здобувачів здатності аналізувати процеси перетворення електричної енергії в механічну, досліджувати режими роботи електроприводів, проектувати системи керування з урахуванням енергетичної ефективності, динамічних та експлуатаційних вимог.

Особливістю дисципліни є систематизація і інтеграція теоретичних положень і практичних навичок, що дозволяє здобувачам кваліфіковано підходити до оцінювання і вибору сучасних електромеханічних систем.

Вивчення дисципліни створює основу для розуміння сучасних концепцій автоматизованого та інтелектуального електроприводу, інтегрованих у системи керування технологічними процесами.

## ВИМОГИ

- уміння застосовувати математичні методи для опису фізичних процесів у електромеханічних системах;
- розуміння основ механіки, електрики і магнетизму, електромагнітної індукції, законів збереження енергії, кінематики і динаміки обертових тіл;
- знання принципів аналізу електричних кіл постійного та змінного струму в стаціонарних та перехідних режимах;
- наявність базових знань з електромеханічних властивостей та характеристик двигунів постійного та змінного струмів;
- уміння працювати з комп'ютерними системами, використовувати сучасні програмні середовища для технічних розрахунків і моделювання процесів;
- наявність корпоративного облікового запису @mipolytech.education, Microsoft Teams, Word, Excel;
- наявність особистого логіну та паролю в Moodle.

### 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



Освітній рівень

Бакалавр

Кількість кредитів

0,0/5,0

Назва кафедри, яка пропонує дисципліну

Автоматизації, електро- та робототехнічних систем

## ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.
- Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.
- Вміти розраховувати, експлуатувати та технічно обслуговувати електромеханічне обладнання систем електроприводу гірничих та металургійних підприємств.

## ТЕМАТИКА

Змістовий модуль 1. Теорія електроприводу постійного струму. Основи механіки електроприводу

Тема 1. Вступ до курсу. Різновиди та елементи електроприводу Предмет, мета та задачі курсу, зв'язок з іншими дисциплінами. Визначення електроприводу та його основних елементів. Класифікація. Основні напрямки розвитку

Тема 2. Основи механіки електроприводу Механічні ланки електроприводу. Зведена механічна ланка. Рівняння руху та режими роботи електропривода. Час розгону та гальмування.

Тема 3. Статичні характеристики електропривода Типові статичні навантаження електропривода.

Тема 4. Стаціонарний та перехідний режими роботи електроприводів Механічні характеристики та стаціонарні режими роботи. Жорсткість механічних характеристик. Оптимальне передавальне відношення редуктора

Тема 5. Електромеханічні властивості та характеристики двигунів постійного струму в електроприводі Двигуни постійного струму незалежного збудження.

Електромеханічні властивості і природні характеристики. Способи регулювання швидкості. Побудова пускових характеристик. Розрахунки опорів в якорному колі двигуна. Гальмівні режими роботи. Рекуперативне гальмування з віддачею енергії в мережу. Гальмування противмиканням. Динамічне гальмування. Двигуни постійного струму послідовного збудження. Електромеханічні властивості. Природні характеристики. Штучні характеристики. Штучні характеристики при введенні в коло якоря додаткового опору. Штучні характеристики при зміні напруги на якорі. Штучні характеристики при шунтуванні обмотки збудження. Характеристики при шунтуванні якоря. Гальмівні режими. Двигуни постійного струму змішаного збудження.

Електромеханічні властивості. Статичні характеристики. Гальмівні режими. Режим

рекуперативного гальмування. Режим гальмування противмиканням. Режим динамічного гальмування. Змістовий модуль 2. Теорія електроприводу змінного струму. Розрахунок і вибір потужності двигунів в електроприводі

Тема 6. Властивості і характеристики асинхронних двигунів Характеристики асинхронного двигуна с фазним ротором. Гальмівні режими. Режим рекуперативного гальмування. Режим гальмування проти вмиканням. Режим динамічного гальмування. Основні методи регулювання швидкості асинхронного двигуна. Реостатний спосіб регулювання швидкості асинхронних двигунів. Регулювання швидкості АД зміною його індуктивного опору. Введення в коло статора реакторів з підмагнічуванням (дроселів насичення). Введення індуктивного опору в коло ротора. Введення індуктивногоємнісного опору в коло ротора. Регулювання швидкості АД перемиканням числа пар полюсів. Регулювання швидкості АД зміною напруги на статорі. Регулювання швидкості АД зміною частоти напруги живлення. Регулювання швидкості АД в каскадних схемах. Тема 7. Властивості та характеристики синхронних двигунів Механічні характеристики. Гальмівні режими. Способи пуску. Асинхронний пуск. Тема 8. Перехідні процеси в електроприводі Загальні відомості. Механічні перехідні процеси електроприводу з лінійною механічною характеристикою (без врахування індуктивності) та постійним моментом опору. Перехідні процеси при пуску електроприводу з лінійною механічною характеристикою та постійним моментом опору. Електромеханічні перехідні процеси з урахуванням індуктивності якоря. Перехідні процеси в приводах з асинхронними двигунами. Нагрівання та охолодження електричних машин. Класифікація режимів роботи електродвигунів.

Тема 9. Розрахунок і вибір потужності двигунів Розрахунок потужності двигуна при тривалому режимі роботи S1. Розрахунок потужності двигуна при змінному навантаженні (режим роботи S6 та подібні до нього). Розрахунок потужності двигуна при короткочасному режимі (S2). Розрахунок потужності двигуна при повторно - короткочасному режимі (S3). Визначення припустимої частоти вмикання асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.

Теми індивідуальних завдань.

1. Розрахунок пускових характеристик двигуна постійного струму.
2. Розрахунок пускових характеристик асинхронного двигуна.

## ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСУ, ФОРМИ ТА МЕТОДИ НАВЧАННЯ

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

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

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

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

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

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

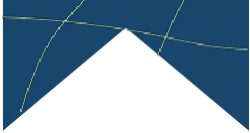
## ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ

### Розподіл балів за контрольними точками та графік їх виконання

Види конт. точок	Навчальні тижні семестру																		Всього
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Поточні контрольні роботи (теорія)				10									10						20
Поточні контрольні роботи (лаб.роботи)								10										10	20
Здача індивід. завдань								15										15	30
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
Поточні контрольні роботи	На поточній контрольній роботі перевіряється ступень засвоєння отриманої інформації за дисципліною на протязі чверті семестру. Тестове опитування здійснюється по викладеним темам. За результатами тестового опитування в Мудлі автоматично визначається ступінь засвоєння поточного матеріалу, відповідно до якої виставляється кількість балів. Поточні контрольні роботи виконуються в Moodle у час практичного заняття.
Здача індивідуальних завдань	Робота виконується кожним студентом самостійно у вигляді індивідуального завдання. Робота оформляється у вигляді файлу *.docx, або *.pdf та розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється протягом тижня після завершення терміну подачі.. Результат висвітлюється в Мудлі. Методичні вказівки та варіанти завдань розміщені в Мудлі. Оскарження оцінки може бути здійснене на останньому практичному занятті модуля
Модульні контрольні роботи	На модульній контрольній роботі перевіряється ступень засвоєння отриманої інформації за дисципліною на протязі половини семестру.



	Тестове опитування здійснюється по викладеним темам. За результатами тестового опитування в Мудлі автоматично визначається степінь засвоєння поточного матеріалу, відповідно до якої виставляється кількість балів. Модульні контрольні роботи виконуються в Moodle у час практичного заняття.
--	---

**Додаткові зауваження:**

- 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.

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

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

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

Порядок визначення підсумкової оцінки. Для варіанту заліку:

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

**Відповідність між прийнятими в університеті шкалами оцінки 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		

## ОСОБЛИВИ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

В 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 «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини», «Теорія електроприводу», «Автоматичне керування електроприводами» 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 або гаранта освітньої програми, завідувача кафедри, за якою закріплено цю дисципліну.

В разі, якщо здобувач освіти обрав цю дисципліну як дисципліну вільного вибору, не зважаючи на той факт, чи вивчалася вона раніше, оцінка та кредити з цієї дисципліни не перезараховуються.

В разі, якщо здобувач освіти хотів би самостійно вивчити певні курси з проблематики з електротехніки та електромеханіки (наприклад, Coursera, 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.

В разі, якщо здобувач освіти реалізував певний вид наукової роботи (тези, стаття, результативна участь у студентській олімпіаді тощо), то у порядку, визначеному Положенням про визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті [Нормативні документи : Polytechnic \(metinvest.university\)](#), 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 уповноваженій особи від кафедри, яка викладає дисципліну; перелік таких осіб можна знайти за посиланням [Студентам : Polytechnic \(metinvest.university\)](#)

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

- 1 Донець О. В. Теорія електропривода : конспект лекцій (для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка) / В. І. Колотіло, О. В. Донець ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 148 с.
- 2 Видмиш А. А., Ярошенко Л. В. Основи електропривода. Теорія та практика. Частина 1. / Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2020. – 387 с.
- 3 Гнатов А.В. Теорія електроприводу Конспект лекцій з дисципліни „Теорія електроприводу” Ч. 1. „Механічні характеристики електропривода постійного та змінного струму” – Х.: ХНАДУ, 2020. – 144 с.
- 4 Електропривод виробничих машин і механізмів: Навчальний посібник / О.Ю. Синявський, В.В. Савченко, В.Я. Бунько, В.Ю. Рамш; За ред. О.Ю. Синявського. - К.: ФОП Ямчинський О.В. , 2020. – 444 с.
- 5 Автоматизовані електромеханічні системи : конспект лекцій / укладачі : Черв'яков В. Д., Леонтьєв П. В., Соколов С. В. - Суми: Сумський державний університет, 2022. - 253 с

## АКАДЕМІЧНІ ПОЛІТИКИ

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

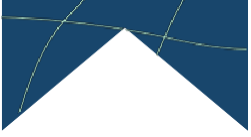
- a. **Академічна недоброчесність** вигляді академічного плагіату; фабрикації; фальсифікації; списування обману; хабарництва; необ'єктивного

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.**

- b. 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 (розділ 10).

- c. 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.



- d. Спілкування з однокурсниками та викладачем має бути професійним та ввічливим.

- e. Очікується, що Ви перевірятимете всі Ваші письмові повідомлення, включаючи поштові повідомлення та повідомлення у MS Teams на коректність змісту та мови.
- f. 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)