



ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ В МЕТАЛООБРОБЦІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність
Статус дисципліни	Дисципліна професійної та практичної підготовки (за вибором студента)
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	36 годин лекцій / 4 кредити ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Теряєв Віталій Іванович, 0957555224
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3816

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програму навчальної дисципліни «Електромеханічні системи автоматизації в металообробці» складено відповідно до освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» підготовки бакалавра спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Метою навчальної дисципліни є вивчення основ теорії та принципів технічної реалізації автоматизованих електроприводів, призначених для обладнання та установок металообробної галузі промисловості.

Зміст кредитного модуля включає технологічні відомості по обробці металів різанням та тиском, опис конструкцій та кінематичних схем головних і допоміжних

механізмів металорізальних верстатів, прокатних станів, ковальсько-пресових машин, теоретичні відомості та основні розрахункові залежності для процесів обробки металів різанням та тиском, методики вибору двигунів для електроприводів типових промислових механізмів.

Предмет навчальної дисципліни – передові технології в електромеханічних системах та електроприводах, які включають в себе сучасні наукові дослідження та інженерні розробки в області промислових електромеханічних систем, призначених для механізмів металорізального, прокатного та ковальсько-пресового виробництва, включаючи методи розрахунку, вибору обладнання та проектування.

Програмні результати навчання:

ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР08. Обирати і застосовувати додатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР27. Знати рівняння руху електроприводу для різних варіантів мас; методики розрахунку механічної частини електропривода; способів керування двигунами постійного та змінного струму; методів вибору електродвигунів за потужністю.

ПР28. Розробляти проектну та конструкторську документацію для схем керування електромеханічними системами; програмувати мікропроцесори, мікроконтролери, програмовані логічні інтегральні схеми та логічні контролери та використовувати їх для реалізації алгоритмів керування електроприводами.

Фахові компетенції:

K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР);

K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

K15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

K17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

K18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

K22. Здатність використовувати математичні методи та методи теорії автоматичного керування при дослідженні лінійних та нелінійних систем,

проводити аналіз показників якості, синтезувати П, ПД, ПІ, ПІД та інші регулятори, складати та аналізувати структурні схеми систем автоматичного керування.

K25. Здатність здійснювати розрахунки механічної частини електропривода, механічних перехідних процесів, розраховувати параметри двигунів постійного та змінного струму, виконувати їх моделювання та аналіз.

K26. Здатність вирішувати комплексні проблеми, пов'язані із керуванням автоматизованими електроприводами різноманітних технологічних застосувань з електроприводами постійного та змінного струму.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен мати базові знання в галузі технічної механіки, теорії конструкційних матеріалів, електричних машин і апаратів, теоретичної електротехніки, теорії автоматичного керування, теорії електроприводу, керування електроприводами.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1.1. Призначення, компоновки та елементи конструкцій металорізальних верстатів

Тема 1.2. Основи теорії і технології обробки металів різанням

Тема 1.3. Передаточні пристрої електроприводів металорізальних верстатів

Тема 1.4. Спеціалізовані електроприводи металорізальних верстатів

Тема 1.5. Системи автоматичного керування режимами металообробки

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

- 1. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи / За редакцією М.Г.Поповича, О.Ю.Лозинського. – К.: Либідь, 2005. – 680 с.*
- 2. М.Г.Попович, В.В.Кострицький. Електромеханічні системи автоматизації та електропривод (теорія і практика). Навчальний посібник. – К.:КНУТД, 2008. – 408 с.*
- 3. Розробка та дослідження електромеханічних систем автоматизації та складових електропривода / М.Г.Попович, В.В.Кострицький та ін. - Навчальний посібник з грифом МОНУ. – К: КНУТД, 2011. – 492 с.*
- 4. Richard Crowder. Electric Drives and Electromechanical Systems: Applications and Control / Richard Crowder. – Newnes, Published Date: 2006. – 312 p.*
- 5. Шапарєв М.К. Автоматизація типових технологічних процесів металообробки. Київ, Вища школа, Вид. 2 - 1992 р.*
- 6. Коритін А.М., Петров Н.К., Радимов С.Н., Шапарєв М.К. Автоматизація типових технологічних процесів і промислових установок.- Київ, Вища школа, 1980.- 372 с.*
- 7. Петраков Ю.В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням: Навчальний посібник. – Київ: УкрНДІАТ, 2003. -383 с.*

Допоміжна література

- 8. Верстатне обладнання гнучких виробничих систем / Є.С.Пуховський, А.Б.Кукарин та інш. - К.: Техніка, 1990.-175 с.*

9. Теорія електропривода / За ред. М.Г. Поповича. - К.: Вища школа, 1993.-494с.
 10. Елементи автоматизованого електропривода / М.Г.Попович, В.А.Гаврилюк, О.В.Ковальчук, В.І.Теряєв, К.: УМК ВО, 1999.-260 с.

Методична література

11. Конспект лекцій з кредитного модуля «Електромеханічні системи автоматизації в металообробці та машинобудуванні» / Укл. В.І.Теряєв // Рекомендовано Вченою Радою факультету електроенерготехніки та автоматики. Протокол № 10 від 29.05.2017 р. – 324 с.
 12. Текст лекцій по дисципліні «Електромеханічні системи автоматизації промислових установок» / Укл. В.І.Теряєв // Рекомендовано Вченою Радою факультету електроенерготехніки та автоматики. Протокол № 7 від 29 лютого 2016 р. – 155 с.
 13. Методичні вказівки до вивчення дисципліни та виконання розрахункових робіт з кредитного модуля «Електромеханічні системи автоматизації в металообробці та машинобудуванні» для студентів всіх форм навчання напряму підготовки «Електромеханіка» спеціальності «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» / Укл. В.І.Теряєв, С.П.Колесніченко. Електронне видання. Рекомендовано Вченою Радою факультету електроенерготехніки та автоматики. Протокол №14 від 23.04.2012 р. – Київ: НТУУ “КПІ”, 2012 р., - 41 с.

Навчальний контент

1. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	<p>Вступ Лекція 1. Вступ. Мета вивчення дисципліни, структура курсу, особливості, проведення практичних і індивідуальних занять зі студентами, термінологія, основні визначення. Історія розвитку та роль електропривода в металообробці та машинобудуванні. Огляд сучасного стану техніки і технології в галузі автоматизованого електропривода в металообробці та машинобудуванні. Перелік основної та додаткової літератури. Завдання на СРС. Електропривод як основа автоматизації технологічних процесів та промислових установок. Література: 1-6, 11, 12.</p>
2	<p>Лекція 2. Основи технології металообробки. Характеристика і технологічні особливості основних видів металообробки різанням, тиском, високоенергетичними методами. Конструкційні та інструментальні матеріали, механічні властивості та методи їх визначення. Показники якості металообробки – точність і шершавість, вплив електроприводу. Завдання на СРС. Відповідність класів точності та шершавості методам металообробки. Література: 5-7, 11-13.</p>
3	<p>Тема 1.1. Компоновки металорізальних верстатів</p>

	<p><i>Лекція 3. Класифікація та позначення металорізальних верстатів. Компонувки верстатів, види рухів та системи координат. Завдання на СРС. Вивчення компонок сучасних металорізальних верстатів та їх технічних характеристик.</i></p> <p><i>Література: 9, 11-13.</i></p>
4	<p><i>Лекція 4. Елементи конструкцій металорізальних верстатів, напрямні. Механізми головного руху і подач. Допоміжні механізми та пристосування. Завдання на СРС. Вивчення кінематичних схем типових металорізальних верстатів.</i></p> <p><i>Література: 7, 8, 11-13.</i></p>
5	<p>Тема 1.2. Основи теорії обробки металів різанням</p> <p><i>Лекція 5. Основи теорії обробки металів різанням. Показники режимів різання, розрахунок зусиль і потужності різання та подачі, математичні моделі процесів точіння, стругання, свердління, фрезерування, шліфування. Завдання на СРС. Числові приклади розрахунку зусиль і потужності різання та подачі для основних видів обробки металів різанням.</i></p> <p><i>Література: 5-7, 11-13.</i></p>
6	<p><i>Лекція 6. Технологічні особливості основних видів обробки металів різанням, ріжучий інструмент. Завдання на СРС. Пристрої для автоматичного закріплення заготовок та інструменту, системи автоматичної заміни інструменту.</i></p> <p><i>Література: 5-7, 11-13</i></p>
7	<p>Тема 1.3. Передаточні пристрої електроприводів металорізальних верстатів</p> <p><i>Лекція 7. Передаточні пристрої електроприводів металорізальних верстатів і вимоги, які пред'являються до них. Види передач та типи зачеплень. Зубчасті механічні передачі, їх основні різновиди (циліндричні, конічні, черв'ячні, реєчні, гвинтові, хвильові та інш.); загальна характеристика, переваги та недоліки. Оптимізація передаточного відношення редуктора. Завдання на СРС. Приклади приведення моментів інерції для типових зубчастих механічних передач.</i></p> <p><i>Література: 1, 7, 8, 11-13.</i></p>
8	<p><i>Лекція 8. Режими роботи та математичне моделювання самогальмівної механічної передачі. Завдання на СРС. Особливості застосування самогальмівних механічних передач.</i></p> <p><i>Література: 1, 11, 12.</i></p>
9	<p><i>Лекція 9. Похибки механічних передач та способи їх усунення. Методи компенсації впливу люфтів та сухого тертя в передаточних пристроях електроприводів. Завдання на СРС. Особливості математичного моделювання люфтів та сухого тертя.</i></p> <p><i>Література: 1, 11, 12.</i></p>
10	<p><i>Лекція 10. Редукторні електроприводи головного руху і подач металорізальних верстатів. Побудова коробок швидкостей і механізмів подач, пристрої для регулювання швидкості і реверсу.</i></p>

	<p>Завдання на СРС. Вивчення кінематичних схем типових металорізальних верстатів.</p> <p>Література: 1, 5, 7, 8, 11-13.</p>
11	<p>Тема 1.4. Спеціалізовані електроприводи металорізальних верстатів</p> <p>Лекція 11. Класифікація автоматизованих електроприводів металорізальних верстатів. Вимоги до електроприводів головного руху і подач, режими роботи, параметри.</p> <p>Завдання на СРС. Вивчення вимог діючих стандартів до електроприводів головного руху і подач.</p> <p>Література: 1-4, 11-13.</p>
12	<p>Лекція 12. Конструктивні та експлуатаційні особливості спеціалізованих електродвигунів для електроприводів металорізальних верстатів (асинхронних двигунів обертального та лінійного руху, двигунів постійного струму із електромагнітним збудженням, високомоментних двигунів, двигунів постійного струму з порожнистим та дисковим якорем, безколекторних двигунів, крокових двигунів).</p> <p>Завдання на СРС. Вивчення конструктивні особливостей та технічних характеристик серійних електродвигунів для електроприводів металорізальних верстатів. Порівняльна характеристика масогабаритних та енергетичних показників електродвигунів різних видів.</p> <p>Література: 1-4, 11-13.</p>
13	<p>Лекція 13. Особливості і технічні характеристики перетворювальних пристроїв комплектних електроприводів металорізальних верстатів.</p> <p>Системи захисту, блокування, сигналізації, методики випробувань та налагодження електроприводів.</p> <p>Порівняльна характеристика гідро-, пневмо- та електроприводів.</p> <p>Завдання на СРС. Переваги та недоліки гідро-, пневмо- та електроприводів.</p> <p>Література: 1-4, 11-13.</p>
14	<p>Лекція 14. Цифро-аналогові системи регулювання швидкості електроприводів.</p> <p>Література: 6, 8, 25, 30</p>
15	<p>Лекція 15. Методика вибору електродвигунів головного руху і подач металорізальних верстатів. Визначення моментів, потужностей, швидкостей електродвигунів, приведення моментів інерції.</p> <p>Завдання на СРС. Розрахунок моментів, потужностей, швидкостей електродвигунів головного руху і подач для конкретних видів металорізальних верстатів.</p> <p>Література: 1-4, 11-13.</p>
16	<p>Тема 1.5. Системи автоматичного керування режимами металообробки</p> <p>Лекція 16. Системи автоматичного керування режимами металообробки на основі технологічних зворотних зв'язків. Системи стабілізації швидкості, зусилля, моменту, потужності, температури різання, керування пружними деформаціями при різанні.</p> <p>Завдання на СРС. Математичні моделі процесів обробки металів різанням.</p> <p>Література: 5-8, 11-12.</p>
17	<p>Лекція 17. Принципи технічної реалізації вимірjuвальних пристроїв систем автоматичного керування режимами металообробки.</p>

	<i>Порівняльна оцінка техніко-економічних показників систем стабілізації режимів обробки металів різанням. Завдання на СРС. Вивчення типових схем та конструкцій вимірювальних пристроїв систем автоматичного керування режимами металообробки. Література: 5-8, 10-12.</i>
18	<i>Лекція 18. Системи комплексної автоматизації режимів металообробки. Завдання на СРС. Завдання та засоби автоматизації режимів металообробки. Література: 5-8, 11-12.</i>
19	<i>Лекція 19. Застосування адаптивного та взаємозв'язаного керування в електроприводах металорізальних верстатів. Завдання на СРС. Порівняльна оцінка методів підвищення точності електроприводів металорізальних верстатів, особливості технічної реалізації керуючих, перетворювальних та електродвигунних пристроїв. Література: 1-9, 11-12.</i>

Самостійна робота студента

<i>№з/п</i>	<i>Вид самостійної роботи</i>	<i>Кількість годин СРС</i>
1	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	36
2	<i>Підготовка до МКР</i>	20
3	<i>Підготовка до заліку</i>	28
	<i>Разом</i>	84

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів;*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при*

вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Автоматизований електропривод»;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

2. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: експрес-опитування на лекціях, МКР.

Календарний контроль: провадиться двічі за семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимального можливого на час атестації.

Семестровий контроль: залік.

Загальна рейтингова оцінка студента за роботу в семестрі складається з балів, отриманих за:

1. Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях. Ваговий коефіцієнт лекції дорівнює 2,5. Максимальна кількість балів за всі 18 лекцій становить $2,5 \times 18 = 45$ балів.

Нарахування балів за одну лекцію:

- активна робота на лекції та повний конспект лекції
2,5
- робота на лекції та неповний конспект лекції
1,5
- відпрацювання лекції (конспект обов'язково), пропущеної з поважної причини
2,5
- відпрацювання лекції (конспект обов'язково), пропущеної без поважних причин
1,5
- заохочення за поглиблене вивчення та реферування додаткових тем
1..5
- штраф за запізнення та порушення порядку
-1..-2

2. Виконання модульної контрольної роботи (МКР). Максимальна кількість балів за 1 модульну контрольну роботу становить 55 балів.

Критерії оцінки МКР:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 45-55 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 35-44 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 15-34 балів;
- «незадовільно» - незадовільна відповідь (менше 60% потрібної інформації) або відсутність під час проведення роботи – 0-10 балів.

За активну роботу на лекційних заняттях протягом семестру, наявність повного та змістовного конспекту лекцій викладач має право поставити студенту до 10 заохочувальних балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
<i>95-100</i>	<i>Відмінно</i>
<i>85-94</i>	<i>Дуже добре</i>
<i>75-84</i>	<i>Добре</i>
<i>65-74</i>	<i>Задовільно</i>
<i>60-64</i>	<i>Достатньо</i>
<i>Менше 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Менше 30</i>	<i>Не допущено</i>

Форма семестрового контролю – залік

Необхідною умовою допуску до заліку є семестровий рейтинг не менше 30 балів та письмові відповіді на контрольні запитання з [11] по темам прочитаних лекцій.

Форма проведення заліку – письмова, заліковий білет складається з двох теоретичних запитань. Кожне запитання залікової роботи оцінюється у 50 балів відповідно до системи оцінювання. Максимальна сума балів складає 100.

Для отримання заліку з кредитного модулю «автоматом» потрібно мати рейтинг за роботу в семестрі не менше 60 балів, а також виконані умови допуску до заліку.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити свою оцінку в системі ECTS, виконують залікову контрольну роботу. При цьому набрані студентом раніше бали анулюються, а оцінка за залікову контрольну роботу є остаточною.

Критерії оцінювання заліку

- «відмінно», повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 95 - 100 балів;
- «дуже добре», достатньо повна відповідь, не менше 85% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 85-94 бали;
- «добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 75-84 бали;
- «задовільно», неповна відповідь, не менше 65% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 65-74 балів;
- «достатньо», неповна відповідь, але не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки (завдання виконане із суттєвими недоліками) – 60 - 64 бали;
- «незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

3. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Призначення, компоновки та елементи конструкцій металорізальних верстатів
2. Основи теорії і технології обробки металів різанням
3. Передаточні пристрої електроприводів металорізальних верстатів
4. Спеціалізовані електроприводи металорізальних верстатів
5. Системи автоматичного керування режимами металообробки

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог,

наведених у Наказі № 7-177 від 01.10.2020 Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА Теряєвим В.І.

Ухвалено кафедрою автоматизації електромеханічних систем та електроприводу ФЕА (протокол № 6 від 28.12.2022)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №5 від 26.01.2023 р.)