

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Електротехнічний факультет

Кафедра автоматизованих електромеханічних систем в промисловості і
транспорті

СИЛАБУС

дисципліни

«Керування мехатронними системами»

для здобувачів третього рівня (доктор філософії) вищої освіти

Галузь знань: 14 – Електрична інженерія

Спеціальність: 141- «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

Викладачі дисципліни:

Сінчук Олег Миколайович - професор кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості і транспорті, доктор технічних наук.

Е-mail: speet@ukr.cnet

Контактний телефон: (+38) (056) 409-17-30 (каф. АЕСПТ).

Сьомочкин Альберт Борисович - доцент кафедри автоматизованих електромеханічних систем в промисловості і транспорті, кандидат технічних наук.

Е-mail: syomochkyn@gmail.com

Контактний телефон: (+38) (056) 409-17-30 (каф. АЕСПТ).

Кафедра автоматизованих електромеханічних систем в промисловості і транспорті знаходиться у головному корпусі КНУ (Кривий Ріг, вул. Віталія Матусевича 11), ауд. 303.

АНОТАЦІЯ

Метою дисципліни «Керування мехатронними системами» є формування системи знань щодо застосування електричних виконавчих двигунів, а також пристрої, принципу дії та основ розрахунку основних вимірювальних перетворювачів мехатронних систем. Аспірант повинен володіти:

- навичками застосування та проектування вимірювальних перетворювачів та електроприводів мехатронних систем.

В ході вивчення дисципліни «Керування мехатронними системами» аспірант повинен знати:

- основні типи приводів мехатронних систем;
- методи розрахунку характеристик двигунів;
- реостатні перетворювачі.
- тензорезистори і їх вимірювальні ланцюга.
- термометри опору.
- індуктивні перетворювачі.
- трансформаторні перетворювачі.
- індукційні перетворювачі.

Результати освоєння дисципліни «Керування мехатронними системами» досягаються в процесі навчання шляхом читання лекцій із застосуванням мультимедійних технологій, проведення практичних занять. Навчальна дисципліна «Керування мехатронними системами» відноситься до варіативної частини профільного циклу (дисципліна за вибором). Тривалість навчання - 1 семестр. Вивченню дисципліни «Керування мехатронними системами» має передувати освоєння дисциплін «Математика», «Фізика», «Інформатика», «Електротехніка»,

2. Місце дисципліни в структурі освітньо-наукової програми

Дисципліна «Керування мехатронними системами» включена в варіативну частину (дисципліна за вибором) освітньо-наукової програми спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка третього рівня (доктор філософії) вищої освіти.

Основні положення дисципліни повинні бути використані в подальшому при підготовці тексту дисертації, при публікації наукових статей в журналах, доповідей на науково-дослідних конференціях та семінарах а також підготовці грантових заявок для участі в міжнародних проектах.

3. Перелік планованих результатів навчання, співвіднесених з планованими результатами освоєння освітньої-наукової програми

Курс має за мету теоретичну підготовку докторів філософії по основам керування мехатронними системами.

Мета викладання дисципліни полягає в забезпеченні цілісного розуміння студентами базових категорій і принципів мехатроніки, формуванні інформаційної та методологічної бази для вивчення спеціальних дисциплін, а також придбання практичних навичок аналізу і синтезу мехатронних об'єктів

Завдання навчальної дисципліни:

1. ознайомлення студентів з базовими поняттями, історією становлення та ключовими факторами розвитку мехатроніки;
2. вивчення концептуальних засад побудови структур і елементної бази мехатронних модулів систем;
3. вивчення історії становлення і ключових факторів розвитку мехатроніки;
4. вивчення базових понять і визначень мехатроніки;
5. вивчення концепції побудови, складу і структури мехатронних модулів і систем;
6. вивчення принципів дії основних елементів мехатронних модулів;
7. вивчення модульного принципу побудови мехатронних систем;
8. вивчення сучасних підходів до синергетичної інтеграції елементів в єдині мехатронні модулі та системи;
9. вивчення сучасних принципів і інтелектуальних методів управління мехатронних об'єктами;
10. вивчення областей ефективного застосування мехатронних систем;
11. вивчення основ сучасних (інтелектуальних) методів моделювання та проектування мехатронних систем.
12. вивчення основ теорії управління, дискретної математики і чисельних методів з подальшим застосуванням отриманих знань для набуття практичних навичок і умінь в області техніко-економічними обґрунтованого і раціонального проектування мехатронних систем.

Дисципліна спрямована на формування загальних компетентностей:

- **K02.** Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- **K04.** Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- **K05.** Здатність виявляти ініціативу та підприємливість.
- **K06.** Навички суворого дотримання професійної етики.

спеціальних компетентностей:

- **СК2.** Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- **СК3.** Здатність демонструвати розуміння специфіки електроенергетики, електротехніки та електромеханіки як науки та вміти правильно її застосовувати при роботі з технічною літературою та іншими джерелами інформації;
- **СК4.** Здатність до аналізу, обговорення і оцінювання наукових робіт та проектів в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- **СК5.** Здатність застосовувати відповідні математичні методи, омп'ютерні технології, а також засади стандартизації та сертифікації для вирішення завдань у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;
- **СК7.** Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проектно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки з використанням комп'ютерного моделювання;
- **СК9.** Здатність впроваджувати новітні досягнення для проектування автоматизованого виробництва і автоматизованої розробки або конструювання елементів електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем;
- **СК11.** Здатність демонструвати розуміння технічних аспектів надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем;
- **СК14.** Здатність демонструвати розуміння вимог до надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів і систем, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку.

та результатів навчання:

- **ПР06.** Уміти прогнозувати тенденції розвитку в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;

- **ПР08.** Уміти виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень;
- **ПР09.** Уміти розробляти нормативно-технічні документи та стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці;
- **ПР14.** Уміти оцінювати вплив підприємств електроенергетики, електротехніки та електромеханіки на навколишнє середовище та безпеку життєдіяльності людини;
- **ПР16.** Уміти застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та інформаційно-вимірювальної техніки.

В результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

- знати типові конструкції мехатронних вузлів;
- виконувати синтез кінематичних схем механізмів;
- використовувати при проектуванні синергетичний підхід;
- використовувати при проектуванні економічний підхід;
- проводити порівняльний аналіз техніко-економічних можливостей різних видів мехатронних вузлів;
- виконувати розрахунок мехатронних елементів і систем;
- вміти раціонально вибрати принципові мехатронних систем;
- виконувати проектні, перевірочні і оптимізаційні розрахунки для типових задач проектування мехатронних систем з використанням ЕОМ;
- мати навички та вміння в області проектування і розрахунку мехатронних систем.

4. Тематичний план дисципліни

Змістовий модуль 1 “ Електромашини мехатронних систем“ (60 годин/2,0 кредита)

Тема 1. Спеціальні електричні машини.

Тема 2. Лінійний асинхронний двигун.

Тема 3. Крокові двигуни

Тема 4. Двофазні АД.

Тема 5. Виконавчі двигуни постійного струму.

Тема 6. Виконавчі ДПС з якірним керуванням

Тема 7. Виконавчі ДПС з полюсним керуванням

Тема 8. Електропривод ІТ-Д

Рекомендована література: [1] стор. 57-91, [2] стор. 315-329, [3] стор. 205-212; [4] стор.158-164; [5] стор. 46-57; [6] стор 251-255.

Змістовий модуль 2 “ Датчики мехатронних систем (60 годин/2,0 кредита)

Тема 9. Датчики сили з тензорезисторними перетворювачами

Тема 10. Електричні термометри опору

Тема 11. Індуктивні датчики переміщення.

Тема 12. Трансформаторні датчики переміщення.

Тема 13. Обертові трансформатори.

Тема 14. Оптоелектричні датчики положення.

Тема 15. Кодові датчики переміщення

Тема 16. Датчики швидкості

Рекомендована література: [7] стор. 39-93, 204-220, [8] стор. 148-161; [9] стор.16-53.

5. Освітні технології

Реалізація компетентнісного підходу передбачає широке використання в навчальному процесі здобувачів третього рівня (доктор філософії) вищої освіти традиційних освітніх технологій в поєднанні з активними та інтерактивними формами проведення занять. Питома вага занять, що проводяться в інтерактивних формах, складає не менше 80% аудиторних занять.

В рамках вивчення даної дисципліни використовуються:

- мультимедійні освітні технології: інтерактивні лекції (презентації) з використанням програми MS PowerPoint в поєднанні з анімацією і звуковим супроводом; перегляд відеороликів за окремими пунктами тем занять, використання електронних посібників;

- діалогові технології: організація групових дискусій, використання «мозкового штурму».

Особливості проведення занять для осіб з обмеженими можливостями здоров'я:

У викладанні дисципліни можуть бути використані наступні адаптивні технології:

- інтернет-технології та дистанційне навчання - для здобувачів з порушеннями опорно-рухового апарату;
- диференційоване навчання, використання допоміжних пристроїв та технології тьюторського супроводу - для людей з вадами зору та слуху.

Підбір та розробку навчальних матеріалів можна надавати в різних формах: для здобувачів з вадами слуху інформацію можна представляти візуально, з порушенням зору - аудіально. Для осіб з вадами зору зображення дрібних об'єктів можна представляти у формі презентацій. Спілкування викладачів зі здобувачами можна здійснювати за допомогою дистанційних технологій (мережі Інтернет, електронної пошти). Вибір місць виконання практичних завдань здійснюється з урахуванням з обмежених можливостей здоров'я того, хто навчається.

6. Політика і процедури

При вивченні дисципліни «Керування мехатронними системами» прошу дотримуватися таких правил:

1. Не спізнюватися на заняття.
2. Не пропускати заняття без поважної причини, у разі відсутності прошу попередити та опрацювати матеріал самостійно.
3. Згідно з календарним графіком навчального процесу здавати всі види контролю.
4. Брати активну участь в навчальному процесі.
5. Бути терпимими, відкритими, відвертими і доброзичливими до однокурсників та викладачів.

7. Порядок оцінювання результатів навчання

Рівень сформованості кожної компетенції на різних етапах її формування в процесі освоєння даної дисципліни оцінюється в ході поточного та підсумкового контролю успішності та представлений різними видами оціночних засобів. Сформованість рівня компетенції не нижче порогового є підставою для допуску аспіранта до проміжної атестації з даної дисципліни.

Сукупний результат визначається як середнє арифметичне значення оцінок за всіма видами поточного контролю. Враховуються також відповіді

аспіранта на питання з відповідних видів занять при поточному контролі – співбесіда, групова дискусія.

Критерії оцінювання співбесіди (усного опитування), розбору конкретних ситуацій:

- Оцінки «відмінно» заслуговує аспірант, який повно і розгорнуто відповів на питання.
- Оцінки «добре» заслуговує аспірант, який повно відповів на питання.
- Оцінки «задовільно» заслуговує аспірант, який неповно відповів на питання.
- Оцінки «незадовільно» заслуговує аспірант, не відповів на питання.

Критерії оцінювання групової дискусії, круглого столу:

- Оцінки «відмінно» заслуговує аспірант, який активно брав участь в обговоренні, коректно і точно ставив питання, повно і розгорнуто відповідав на запитання, сформулював і аргументовано відстоював свою точку зору.
- Оцінки «добре» заслуговує аспірант, який активно брав участь в обговоренні, коректно і точно ставив питання, повно і розгорнуто відповідав на запитання, сформулював свою точку зору.
- Оцінки «задовільно» заслуговує аспірант, який брав участь в обговоренні, відповідав на запитання.
- Оцінки «незадовільно» заслуговує аспірант, який не брав участі в обговоренні, не відповідав на запитання.

Порядок визначення підсумкової оцінки за семестр

Підсумкова оцінка студента за семестр визначається наступним чином:

$$O_{\text{підсумкова}} = 0,8 * O_{\text{поточна}} + 0,2 * O_{\text{екзамен}}$$

$O_{\text{екзамен}}$ - бальна оцінка за екзаменаційну роботу (у діапазоні від 0 до 100 балів)

Викладач має можливість додати студентові до 10 балів до оцінки за модуль за:

- участь в конкурсі наукових робіт за напрямом «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»;
- підготовку та публікацію тез доповіді або статті за напрямом «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Набрана сума балів переводиться в національну 4-балову та в шкалу за системою ECTS у такий спосіб:

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За бальною шкалою викладача
A	Відмінно (зараховано) *	90-100
B	Дуже добре (зараховано) *	80-89
C	Добре (зараховано) *	71-79
D	Задовільно (зараховано) *	61-70
E	Достатньої (зараховано) *	50-60
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання (незараховано)*	30-49
F	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом (незараховано) *	0-29

Зразок екзаменаційного білету

Білет № _____

- 1.1. Принцип роботи та загальні характеристики респонсинного приводу.
- 1.2. Датчики сили з тензорезисторними перетворювачами
- 1.3. Виконавчі ДПС з якірним управлінням

Типові контрольні завдання, що необхідні для оцінки знань, умінь, навичок в процесі освоєння ОНП

Змістовий модуль №1

1. Принцип роботи та загальні характеристики респонсинного приводу.
2. Принцип роботи синхронних реактивних двигунів. Математичний опис синхронних реактивних двигунів
3. Механічні характеристики синхронних реактивних двигунів
4. Принцип роботи гістерезисних двигунів. Математичний опис гістерезисних двигунів
5. Механічні характеристики гістерезисних двигунів. Режим імпульсного намагнічення гістерезисних двигунів
6. Загальна характеристика та принцип роботи лінійного асинхронного двигуна. Математичний опис лінійного асинхронного двигуна
7. Принцип роботи крокових двигунів. Опис типів керування крокових двигунів
8. Величини що характеризують роботу крокових двигунів
9. Математичний опис амплітудного керування асинхронним двигуном
10. Математичний опис фазового керування асинхронним двигуном

11. Виконавчі двигуни постійного струму із звичайним якорем і електромагнітним збудженням. Моментні двигуни постійного струму
12. Виконавчі двигуни з гладким безпазовим якорем. Малоінерційні двигуни з печатною обмоткою якоря
13. Малоінерційні двигуни з порожнистим циліндровим якорем з печатною обмоткою Малоінерційні двигуни із звичайною обмоткою якоря
14. Виконавчі ДПС з якірним управлінням
15. Виконавчі ДПС з полюсним управлінням
16. Динамічні властивості ДПС при якірному і полюсному управлінні
17. Електропривод ІТ-Д. Математичний опис ЕП ІТ-Д

Змістовий модуль №2

1. Датчики сили з тензорезисторними перетворювачами
2. Електричні термометри опору
3. Термопары
4. Принцип дії індуктивних датчиків переміщення
5. Математичний опис індуктивних датчиків переміщення
6. Принцип дії трансформаторних датчиків переміщення
7. Математичний опис трансформаторних датчиків переміщення
8. Принцип роботи синусно-косинусного обертового трансформатору
9. Математичний опис синусно-косинусного обертового трансформатору
10. Принцип роботи лінійного обертового трансформатору
11. Математичний опис лінійного обертового трансформатору
12. Багатополюсні обертові трансформатори
13. Оптоелектронні датчики положення
14. Кодові датчики переміщення
15. Математичний опис тахогенератору постійного струму
16. Математичний опис тахогенератору змінного струму
17. Принцип роботи імпульсного датчика положення

8. Література для вивчення дисципліни

№ п/п	Назва підручника (посібника), автор, видавництво, рік видання	Кількість примірників і бібліотеці ЗВО/кафедри
Базова		
1.	Свечарник Д.В. Электрические машины непосредственного привода: Безредукторный электропривод.– М., Энергоатомиздат, 1988.–208стр.	1/0

2.	Хрущев В.В. Электрические машины систем автоматизации ... Учебник для вузов. 2-изд., перераб. и доп. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985/ 368 с., ил.	1/0
3.	Михайлов А.П. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов. Учебник для вузов.–М., Машиностроение, 1990. –304 стр.	1/0
4.	Кацман М.М. Электрические машины автоматических устройств. Учебное пособие для электротехнических специальностей техникумов. Серия: Профессиональное образование. М. Форум 2002г. 264 с.	1/0
5.	Арменский Е. В., Фалк Г. Б. Электрические микромашины. Учебное пособие для электротехнических специальностей вузов Издание второе, переработанное и дополненное Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для студентов электротехнических специальностей вузов «Высшая школа» Москва – 1975.	2/0
6.	Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. 6-е изд., доп. и перераб. — М.: Энергоиздат, 1981. — 576 с.: ил	2/0
7.	Готра З.Ю., Датчики / Готра З.Ю., Ильницький Л.Я., Поліщук Є.С. . – Львів «Каменяр», 1995. -312 с.	0/0
8.	Евтихийев Н.Н. и др. Измерение электрических и неэлектрических величин. Учебное пособие для вузов. Москва Энергоатомиздат, 1990 г., — 352 с.	1/0
9.	Шандров Б. В. Технические средства автоматизации: учебник для студентов высших учебных заведений. Москва. Издательский центр «Академия», 2007. — 368 с.	0/0
10.	Синчук О.Н., Синчук І.О., Караманиц Ф.И., Зайцев И.М., Пасько О.В. Рудничный контактный электровоз с тяговым электроприводом переменного тока и микропроцессорной системой управления (разработка, испытания) / Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. - Луганськ – 2007. –№ 5 (123). – Ч. 2 – С. 33-37 (Фахове видання).	0/1
11.	Синчук І.О., Гузов Е.С., Сінчук О.М., Якимець С.М., Мельник О.Е Тяговий електротехнічний комплекс постійного струму з IGBT-перетворювачами та керуванням по системі багатьох одиниць / Технічна електродинаміка: тематичний випуск [«Силова	0/1

	електроніка та енергоефективність»]. – 2010. – Ч. 1. – С.90-92. (Фахове видання).	
12.	Сінчук О.М., Синчук І.О., Федорченко Н.А., Литвинський Л.Б., та ін. всього 6 осіб Енергозберігаюче керування електротехнічними та енергетичними комплексами і системами / Монографія. Кременчук: Вид. ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.	1/1
13.	Синчук О.Н., Синчук І.О., Гузов Э.С. Баулина М.А. Скапа Е.И. Рудничный гибридный электровоз с асинхронным приводом и автоматизированным управлением / Електромеханічні і енергозберігаючі системи : науково-виробничий журнал – Кременчук.– 2012. – Вип. 2/2012(20). – С.95 – 101. (Фахове видання).	0/1
14.	Сінчук О.М., Синчук І.О., Федорченко Н.А., Мельник О.Є., та ін. всього 6 осіб / Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами (лист №14/18г-1667 від 11.08.10) Навчальний посібник з грифом МОНМСУ Кременчук: Вид. ПП Щербатих О.В., 2010. – 340 с.	0/1
15.	О.М. Сінчук., Синчук І.О., Бойко С.М., Луценко І.А., Ткаченко Г.І. Відновлювані джерела електричної енергії (аналіз, перспективи, проекти) / Монографія Монографія; під ред. д.т.н., проф. О.М. Сінчука. - Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В., 2014. – 192 с.	0/1
Допоміжна		
10.	Осин И. Л., Шакарян Ю.Г. Электрические машины. Синхронные машины.–М. «Высшая школа»,1990.–303 стр.	1/0
11.	.Сафонов Ю. М. Электроприводы промышленных роботов.– М.,Энергоатомиздат,1990.–176стр.	1/0
12.	.Ефимов И. Г., Соловьев А. В., Викторов О. А. Линейный электромагнитный привод.– Л.,Изд.Ленинградского университета,1990.–212стр.	0/0
13	.Штёлтинг Г., Байссе А.О. Электрические микромашины: Пер. с нем.: — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 229 с: ил.	0/0
14.	.Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. / Электрические машины и микромашины. Издание третье, переработанное и дополненное. Допущено Государственным комитетом СССР По народному образованию В качестве учебника для студентов	2/0

	электротехнических специальностей ВУЗов. Москва «Высшая школа» 1990	
15.	.Виглеб Г. Датчики: Пер. с нем. — М.: Мир, 1989. — 196 с, ил.	1/0
16.	.Густав Олссон Цифровые системы автоматизации и управления [Текст]: учеб. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. – СПб.:Невский диалект, 2001, 557с.	0/0