

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Кафедра Автоматизовані електромеханічні системи
(назва кафедри, яка забезпечує викладання дисципліни)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

автоматизованих електромеханічних систем
(назва кафедри)

_____ (підпис)

Б.В. Воробйов

(ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Динамічні характеристики мехатронних систем

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

галузь знань 14 - Електрична інженерія
(шифр і назва)

спеціальність 141 - Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка
(шифр і назва)

освітня програма Електропривод, мехатроніка та робототехніка
(назви освітньої програми)

вид дисципліни спеціальна (фахова) підготовка, вибіркова
(загальна підготовка / спеціальна (фахова) підготовка; обов'язкова/вибіркова)

форма навчання _____ денна _____
(денна / заочна/дистанційна)

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни
Динамічні характеристики мехатронних систем

(назва дисципліни)

Розробники:

професор, д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

В.Б. Клепиков
(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

Автоматизовані електромеханічні системи
(назва кафедри)

Протокол від «21» вересня 2023 року № 9

Завідувач кафедри

Автоматизовані
електромеханічні системи
(назва кафедри)

_____ (підпис)

Б.В. Воробйов
(ініціали та прізвище)

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ППП Гаранта ОП	Підпис, дата
Електропривод, мехатроніка та робототехніка	Аніщенко М.В.	21.09.2023

Голова групи забезпечення
спеціальності

Лазуренко О.П. _____
(ПІБ, підпис)

« ____ » _____ 2023 р.
(дата)

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

№ зп	Дата засідання кафедри-розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри (яка викладає)	Підпис завідувача кафедри (на якій викладається)	Підпис гаранта освітньої програми
1					
2					
3					
4					
5					

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета: Формування у студентів теоретичних, практичних навичок і знань в галузі функціонування складових елементів та електромеханічних систем електроприводу (ЕП) для промислових технічних об'єктів та галузей народного господарства, а також вмінь виконувати розрахунки параметрів ЕП і робити аналіз їх функціонування та їх властивостей та вміння розуміти фізичну сутність електромагнітних та електромеханічних процесів, що протікають в динамічних та сталих режимах..

Компетентності: Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з процесом використання і споживання електроенергії засобами електропривода з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії. Здатність провести відповідні розрахунки для аналізу перехідних та сталих режимів роботи електроприводів і мехатронних модулів та систем. Здатність складати та розраховувати схеми електротехнічних установок різного призначення, визначати склад їх обладнання та оптимізувати режими їх роботи.

Результати навчання: Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем. Знати і розуміти процеси використання і споживання електроенергії засобами електропривода з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії. Знати і розуміти принципи організації процесів розробки та експлуатації електромеханічних систем та систем з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів. Вміти проводити розрахунки при аналізі перехідних та сталих режимів роботи електроприводів і мехатронних модулів та систем. Знати і розуміти принципи складання та розрахунку схем електромеханічних систем різного призначення, визначати склад їх обладнання та оптимізувати режими їх роботи.

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни:

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Теорія автоматичного керування	Автоматизований електропривод загально-промислових установок
Електричні машини	Промислові роботи
Теорія електроприводу	

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Контрольні роботи (кількість робіт)	Залік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	180/6	96	116	48	16	32	КП	2		+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 64 (%)

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література (базова, допоміжна)
1	2	3	4	5
	Л	2	<u>Тема 1. Характеристика динамічних режимів.</u> Роль і значення динамічних процесів в мехатроніках та робототехнічних системах. Загальні відомості про динаміку електромеханічних систем (ЕМС).	1,2, 3, 5
	Л	12	<u>Тема 2. Динамічні режими електромеханічних систем.</u> Динамічні режими одномасової ЕМС.	
	ПЗ	8	Автоколивальні режими в одномасовій ЕМС.	
	ЛЗ	6	Динамічні режими двомасової ЕМС із пружним кінематичним зв'язком. Вплив узагальнених параметрів на кордони стійкості двомасової ЕМС.	
	СР	3	Коливальність та демпфуюча здатність ЕП	
	Л	8	<u>Тема 3. Перехідні процеси електропривода.</u> Перехідні процеси (ПП) в ЕП. Типові ПП 1-ої групи.	1,2, 5
	ПЗ	6	Типові ПП 2-ої групи. Типові ПП 3-ої групи.	
	ЛЗ	6	ПП при зміні поточного збудження. Особливості	

			динамічних процесів в двомасовій ЕМС із зазором, в ЕП з СД та АД з короткозамкненим ротором. Оптимальні ПП.	
	Л ПЗ ЛЗ	26 18 4	<p><u>Тема 4. Регулювання координат електропривода.</u></p> <p>Показники регулювання координат електропривода. Властивості зовнішніх зворотних зв'язків в ЕП з загальним суматором. Синтез ЕМС із заданими показниками регулювання. Інтелектуальні методи керування ЕП. Метод фазілогіки. Метод нейронних мереж та генетичних алгоритмів. Регулювання моменту в ЕП. Регулювання в ковзному режимі. Система джерело струму – двигун. Автоматичне регулювання моменту в системі керований перетворювач – двигун. Властивості частотного регулювання моменту в асинхронному ЕП. Вплив від'ємного зворотного зв'язку по моменту на динаміку ЕМС. Регулювання швидкості ЕП. Метод послідовної корекції координат ЕП. Каскадні схеми регулювання швидкості. Регулювання положення. Позиціювання в розімкнених системах ЕП. Позиціювання в замкнених системах ЕП. Слідкуючий ЕП.</p>	1,2, 5
Разом		99		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	12
2	Підготовка до практичних (лабораторних, семінарських) занять	24
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	3
4	Виконання курсового проекту:	45
5	Інші види самостійної роботи	
	Разом	84

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Курсовий проект
(вид індивідуального завдання)

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
	<i>Розрахунок, моделювання і аналіз перехідних процесів в системі «генератор-двигун»</i>	
	– видача завдання	2
	– попередній вибір електродвигуна, генератора та побудова діаграми навантаження;	3-6
	– розрахунок статичних і динамічних параметрів електропривода;	7-10
	– розробка математичної моделі та моделювання і аналіз перехідних процесів у електроприводі;	11-14
	– захист завдання	14-16

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методи навчання з дисципліни «Динамічні характеристики мехатронних систем», що використовуються при взаємодії між викладачем та студентами:

1. Пояснювально-ілюстративний метод (необхідні матеріали з дисципліни студенти отримують заздалегідь, одержують знання на лекції, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник в "готовому" виді.).
2. Репродуктивний метод (при виконанні лабораторних, практичних робіт, програмованого контролю та самоконтролю студенти застосовують вивчене на основі зразка або правила, опановують алгоритми виконання типових завдань, багаторазово відтворюють опановані знання).
3. Метод проблемного викладу (при викладанні матеріалу ставиться проблема, формулюється пізнавальне завдання. Надаються способи рішення поставленого завдання, системи доказів, порівняння точок зору, різних підходів аналізу, синтезу, порівняння, узагальнення, конкретизації, виділення головного).
4. Частково-пошуковий, або евристичний (на практичних і лабораторних заняттях організується активний пошук, поетапно направляється й контролюється рішення пізнавальних завдань на основі роботи над комп'ютерними програмами і навчальними посібниками).
5. Дослідницький метод (проводиться аналіз матеріалу, постановка проблем і завдань, які виконуються з використанням дослідницького методу обґрунтування, припущень, пошуку відповідних джерел необхідної інформації, процесу рішення. Студенти самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри й виконують інші дії пошукового характеру щоб робити правильні наукові висновки. Студенти виконують комп'ютерне моделювання процесів в електромеханічних системах в якості засобу розробки, перевірки, вимірювання, а також визначення принципів та закономірностей синтезу, функціонування систем і їх прогнозування).

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Оцінювання знань студентів здійснюється під час проведення поточного та семестрового контролю.

Поточний контроль реалізується у формі опитування, захисту лабораторних робіт, рішення вправ на практичних заняттях, виконання індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт, ректорських контрольних робіт тощо.

Контроль виконання складових частин робочої програми, що засвоюються під час самостійної роботи студента, проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;
- з практичних та лабораторних – за допомогою перевірки виконаних поточних завдань, а також контрольних та розрахункових завдань;

Семестровий контроль проводиться в усній формі по екзаменаційних білетах на екзамені відповідно до навчального плану зі спеціальності в обсязі

навчального матеріалу, визначеного робочою програмою та у терміни, встановлені учбовим графіком.

Результати поточного контролю (поточна успішність) враховується як допоміжна інформація для визначення оцінки з дисципліни.

Студент допускається до семестрового екзамену з дисципліни за умови відпрацювання усіх практичних, лабораторних занять, що передбаченою навчальною програмою.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Таблиця 1. – Розподіл балів для оцінювання успішності студента для іспиту

Контрольні роботи	Лабораторні роботи	КР (КП)	РГЗ	Індивідуальні завдання	Тощо	Іспит	Сума
	20	30				50	100

Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

Таблиця 2. – Шкала оцінювання знань та вмінь: національна та ECTS

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ECTS та її визначення	Національна оцінка	Критерії оцінювання	
			позитивні	негативні
1	2	3	4	5
90-100	A	Відмінно	<ul style="list-style-type: none"> - Глибоке знання навчального матеріалу, що містяться в основних і додаткових літературних джерелах; - вміння аналізувати явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку; - вміння проводити теоретичні розрахунки; - відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання можуть містити незначні неточності
82-89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Глибокий рівень знань в обсязі обов'язкового матеріалу, - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати складні практичні задачі. 	Відповіді на запитання містять певні неточності;
75-81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> - Міцні знання матеріалу, що вивчається, та його практичного застосування; - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і 	- невміння використовувати теоретичні знання для вирішення

			<p>проводити теоретичні розрахунки;</p> <p>- вміння вирішувати практичні задачі.</p>	<p>складних практичних задач.</p>
64-74	Д	Задовільно	<p>- Знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування;</p> <p>- вміння вирішувати прості практичні задачі.</p>	<p>Невміння давати аргументовані відповіді на запитання;</p> <p>- невміння аналізувати викладений матеріал і виконувати розрахунки;</p> <p>- невміння вирішувати складні практичні задачі.</p>
60-63	Е	Задовільно	<p>- Знання основних фундаментальних положень</p> <p>- вміння вирішувати найпростіші практичні задачі.</p>	<p>Незнання окремих (непринципових) питань з матеріалу модуля;</p> <p>- невміння послідовно і аргументовано висловлювати думку;</p> <p>- невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач</p>
35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	<p>Додаткове вивчення матеріалу може бути виконане в терміни, що передбачені навчальним планом.</p>	<p>Незнання основних фундаментальних положень навчального матеріалу модуля;</p> <p>- істотні помилки у відповідях на запитання;</p> <p>- невміння розв'язувати прості практичні задачі.</p>

1-34	F (потрібне повторне вивчення)	Незадовільно	-	- Повна відсутність знань значної частини навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - незнання основних фундаментальних положень; - невміння орієнтуватися під час розв'язання простих практичних задач
------	-----------------------------------	--------------	---	---

Таблиця 3. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
75 ... 81	C	
64 ... 74	D	задовільно
60 ... 63	E	
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Конспект лекцій.
2. Методичні вказівки до практичних занять.
3. Питання для поточного модульного контролю.
4. Питання для підсумкового контролю знань студентів у формі екзамену.

Складові навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни розташовані на сайті кафедри АЕМС:

<http://web.kpi.kharkov.ua/aems/uk/complecs-uk/>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1. Попович М. Г., Лозинський О.Ю., Клепиков В.Б. «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод», Київ, 2005, 678с.
2. Зеленов А.Б. Теорія електропривода. Методика проектування електроприводів: підручник.-Луганськ: вид-во «Ноулідж», 2010, 670 с.
3. Загірняк М.В., Клепиков В.Б. та інші, Енергоефективні електромеханічні системи широкого технологічного призначення. Київ, НЕД НАН України, 2013, 350с.
4. Безрученко В. М. Теорія електроприводу [Електронний ресурс] : підручник. Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2011.
5. Колб Ант. А, Колб А. А. Теорія електроприводу: Навчальний посібник. – 2-е вид. перероб. і доп. –Д., Національний гірничий університет, 2011. – 540 с.
6. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч. посібник / М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.; За ред. М.Г Поповича, О.Ю. Лозинського. – К. : Либідь, 2005. – 680 с.

Допоміжна література

- 7 Клепиков В.Б. Динаміка електромеханічних систем з нелінійним тертям. –Харків: Підручник, 2014р., 408 с.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. <http://citm.ho.ua/Dist/Method/3-4636.pdf>
2. https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8_%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B8_%D0%B2_MATLAB