

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)

_____ Б.В. Воробйов _____
(підпис) (ініціали та прізвище)
« _____ » _____ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія автоматичного керування

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

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

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

Теорія автоматичного керування

(назва дисципліни)

Розробники:

професор, к.т.н., доцент

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

В.М. Шамардіна

(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.	

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

Теорія автоматичного керування

Мета: Формування у студентів теоретичних і практичних навичок і знань в галузі функціонування складових елементів та систем автоматичного керування (АСК) технічними об'єктами електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також вмінь виконувати розрахунки параметрів АСК і робити аналіз їх впливу на властивості систем, виконувати синтез систем з бажаними якісними показниками функціонування, робити аналіз їх властивостей окремих елементів та АСК.

Компетентності: Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. Здатність провести відповідні розрахунки для аналізу перехідних та сталих режимів роботи електроприводів і мехатронних модулів та систем.

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. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж. Вміти проводити розрахунки для аналізу перехідних та сталих режимів роботи електроприводів і мехатронних модулів та систем. .

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни:

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Вища математика ч. 1– ч. 4	Теорія електропривода
Вступ до спеціальності	Моделювання електромеханічних систем
Загальна фізика ч. 1–ч. 3	Керуючі перетворювачі автоматизованих електроприводів
Теоретичні основи електротехніки ч. 1–ч. 2	Динаміка електромеханічних систем
	Синтез систем автоматичного керування
	Проектування систем керування в мехатроніці

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 Контрольні роботи (кількість робіт)	Семестровий контроль	
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			Залік	Екзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	180/6	80	100	48	16	16	Р	2		екзамен

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 53 (%)

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія автоматичного керування:

№ 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	<p><u>Тема 1. Основні терміни, означення та поняття</u> Кібернетика, її основні задачі та особливості. Поняття про інформацію та керування. Переваги автоматизації. Короткі історичні відомості про розвиток автоматизації. Сучасні задачі в області систем автоматичного керування (АСК). Суть проблеми автоматичного керування. Загальна структура АСК. Класифікація АСК.</p> <p><u>Тема 2. Принципи побудови АСК.</u> Фундаментальні принципи керування: керування в розімкнених системах, керування за відхиленням, за збуренням, комбіноване керування, принцип адаптації. Основні види автоматичного керування: стабілізація, стеження, програмне, оптимальне, екстремальне. Складання структурних функціональних схем АСК. Приклади.</p>	1,2, 5
	Л ПЗ	2 2		1,2, 5

Л ПЗ	6 4	<p><u>Тема 3. Форми математичного опису неперервних лінійних АСК.</u> Рівняння статички та динаміки. Лінеаризація. Основні форми математичного опису систем. Векторно-матричне рівняння систем в просторі стану. Застосування операторного методу для рішення рівнянь динаміки системи. Перетворення Лапласу. Поняття про передавальні функції системи. Графічна інтерпретація математичного опису АСК: структурні алгоритмічні схеми та графи. Правила структурних перетворень. Передавальні функції розімкненої та замкненої систем за сигналами завдання та збурення. Нулі та полюси передавальної функції.</p>	1,2, 5
Л ПЗ ЛР	8 4 16	<p><u>Тема 4. Часові та частотні характеристики АСК та їх елементів.</u> Стандартні входні сигнали. Перехідна та імпульсна перехідна функції, їх зв'язок з передавальною функцією. Комплексна передавальна функція. Частотні характеристики АСК та їх елементів. Смуга пропускання, частота зрізу. Зв'язок між частотними характеристиками. Експериментальне дослідження часових та частотних характеристик АСК та їх елементів. Типові динамічні ланки, їх часові та частотні характеристики. Експериментальне визначення параметрів типових динамічних ланок за їх часовими та частотними характеристиками.</p>	1,2, 3, 4, 5, 6
Л ПЗ	6 4	<p><u>Тема 5. Стійкість неперервних лінійних систем керування.</u> Поняття про стійкість рішень диференціальних рівнянь. Необхідні та достатні умови стійкості АСК. Критерії стійкості: алгебраїчні та частотні. Побудова областей стійкості за допомогою критерію Вишнеградського. Структурна нестійкість АСК. Порівняна оцінка критеріїв стійкості. Запас стійкості АСК за модулем та фазою.</p>	1,2, 3, 5
Л ПЗ	6 2	<p><u>Тема 6. Аналіз якості керування лінійних неперервних систем в усталеному режимі.</u>Визначення похибки керування АСК. Коефіцієнти похибок. Структурні ознаки астатизму систем, засоби підвищення його порядку. Протиріччя між статичною точністю і стійкістю АСК. Реалізація принципу інваріантності. Підвищення якості в комбінованих АСК і системах зі змінною структурою</p>	1,2, 5

1	2	3	4	5
	Л	6	<p><u>Тема 7. Аналіз якості керування лінійних неперервних систем в динаміці.</u> Показники оцінки якості АСК в перехідному режимі. Показник коливальності. Оцінка якості керування при гармонійному вхідному сигналі. Кореневі методи оцінки якості. Кореневий годограф. Інтегральні оцінки якості керування.</p>	1,2, 5
	Л	6	<p><u>Тема 8. Корекція АСК.</u> Послідовні та паралельні коректувальні пристрої. Типові регулятори (П- регулятор, ІІ- регулятор, ІІД- регулятор). Вплив регуляторів на якість керування в перехідних та усталених режимах роботи АСК.</p>	1,2, 5
	Л	6	<p><u>Тема 9. Синтез АСК класичними методами.</u> Метод стандартних коефіцієнтів. Синтез послідовного коректувального пристрою за допомогою логарифмічних амплитудно - частотних характеристик (ЛАЧХ). Синтез коректувальних пристроїв за кореневим годографом. Паралельні коректувальні пристрої. Вплив місцевих зворотних зв'язків на якість АСК. Системи з комбінацією послідовної та паралельної корекції (СПР - системи з підпорядкованим регулюванням координат). Стандартні оптимальні настроювання (технічний та симетричний оптимум).</p>	1,2, 5
Разом		80		

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	32
2	Підготовка до практичних(лабораторних, семінарських)занять	32
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	
4	Виконання індивідуального завдання:	36
5	Інші види самостійної роботи	
Разом		100

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	<u>2</u>	3
1	<p style="text-align: center;"><u>Розрахункове завдання</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Математичний опис типових динамічних ланок. 2. Часові та частотні характеристики типових динамічних ланок. 3. Структурні перетворення алгоритмічних схем та визначення передаточних функцій АСК. 4. Принцип суперпозиції в лінійних АСК. 5. Дослідження стійкості розімкнених та замкнених АСК, визначення запасу стійкості. 6. Визначення похибки регулювання в АСК в сталому та динамічному режимах роботи. 7. Забезпечення астатизму та інваріантності АСК 8. Стандартні оптимальні настроювання багатоконтурних АСК (технічний та симетричний оптимум). 	15 тиждень

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Методи навчання з «Теорія автоматичного керування», що використовуються при взаємодії між викладачем та студентами:.

1. Пояснювально-ілюстративний метод (Студенти одержують знання на лекції, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник в "готовому" виді).
2. Репродуктивний метод (Студенти застосовують вивчене на основі зразка або правила, засвоєння алгоритмів виконання типових завдань, кількаразового відтворення опанованих знань при виконанні лабораторних, практичних робіт, програмованого контролю, самоконтролю).
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. Комп'ютерне моделювання процесів в технічних 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 ЗНАТЬ 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		40			10	100

Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

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

Рейтингова оцінка, бали	Оцінка ЄCTS 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 проводити теоретичні розрахунки; - вміння вирішувати практичні задачі. 	- невміння використовувати теоретичні знання для вирішення складних практичних задач.
64-74	D	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> - Знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування; - вміння вирішувати прості практичні задачі. 	Невміння давати аргументовані відповіді на запитання; - невміння аналізувати викладений матеріал і виконувати розрахунки; - невміння вирішувати складні практичні задачі.

60-63	Е	Задовільно	- Знання основних фундаментальних положень - вміння вирішувати найпростіші практичні задачі.	Незнання окремих (непринципових) питань з матеріалу модуля; - невміння послідовно і аргументовано висловлювати думку; - невміння застосовувати теоретичні положення при розв'язанні практичних задач
35-59	FX (потрібне додаткове вивчення)	Незадовільно	Додаткове вивчення матеріалу може бути виконане в терміни, що передбачені навчальним планом.	Незнання основних фундаментальних положень навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - невміння розв'язувати прості практичні задачі.
1-34	Ф (потрібне повторне вивчення)	Незадовільно	-	- Повна відсутність знань значної частини навчального матеріалу модуля; - істотні помилки у відповідях на запитання; - не знання основних фундаментальних положень; - невміння орієнтуватися під час розв'язання простих практичних задач

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Конспект лекцій.
2. Аналіз та синтез лінійних систем автоматичного керування: лаб. практикум / В.М. Шамардіна, Л.В. Асмолова. - Харків: НТУ «ХПІ», 2009.- 92с. (Бібліотека НТУ «ХПІ»)
3. Аніщенко М.В., Осічев О.В., Тимощенко А.В. та ін. Електромеханіка: дистанційне навчання та віддалені лабораторії Навчальний посібник.- Х. : ТОВ «Планета прінт». 2016.- 120с.
4. Методичні вказівки до практичних занять.
5. Питання для поточного модульного контролю.
6. 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	Теорія автоматичного управління: Підручник/За ред. Г.Ф. Зайцева. — К.:Техніка, 2002. — 668 с.
2	Попович М. Г. Теорія автоматичного керування: підручник / М. Г. Попович, О. В. Ковальчук. – К.: Либідь, 1997. – 544 с.
3	Dorf R., Bishop R., Modern control systems. – Addison-Wesley: 2005. – 832 p.
4	Гоголюк П.Ф., Гречин Т.М. Теорія автоматичного керування: Навч. посібник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2009. – 280 с.
5	Kattan P. MATLAB for Beginners: A Gentle Approach. – 2010. – 300 p. https://www.researchgate.net/publication/301358471_MATLAB_for_Beginners_A_Gentle_Approach
6	Аніщенко М.В., Осічев О.В., Тимощенко А.В. та ін.Електромеханіка: дистанційне навчання та віддалені лабораторії Навчальний посібник.- Х. : ТОВ «Планета прінт». 2016.- 120с.

Допоміжна література

7	Островерхов М.Я., Пижов В.М.Моделювання електромеханічних систем в Simulink: Навч. Посібник для студентів вищих технічних закладів. – К.: ВД «Стилос», 2008. - 528 с.
8	Александров Є.Є., Козлов Е.П., Кузнецов Б.І. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами. Том. І. Теорія

	автоматичного керування. – Харків: НТУ "ХПІ", 2002. – 490 с.
9	Кубрак А.І. Комп'ютерне моделювання та ідентифікація автоматичних систем / А.І. Кубрак, А.І. Жученко, М.З. Кваско. – К. : Політехніка, 2004. – 424 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