

**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)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

**Б.В. Воробйов**

(ініціали та прізвище)

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Спеціальний курс теорії автоматичного керування**

( назва навчальної дисципліни)

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

галузь знань **14 - Енергетична інженерія**  
(шифр і назва)

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

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

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

форма навчання \_\_\_\_\_ **денна** \_\_\_\_\_  
(денна / заочна/дистанційна)

Харків – 2022 рік

## ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни

**Спеціальний курс теорії автоматичного керування**

(назва дисципліни)

Розробники:

**професор, к.т.н., доцент**

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

**В.М. Шамардіна**

(ініціали та прізвище)

(посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ініціали та прізвище)

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри

**Автоматизовані електромеханічні системи**

(назва кафедри)

Протокол від « 26» вересня 2022 року № 8

Завідувач кафедри

**Автоматизовані**

**електромеханічні системи**

(назва кафедри)

(підпис)

**Б.В. Воробйов**

(ініціали та прізвище)

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Шифр та назва освітньої програми	ПП Гаранта ОП	Підпис, дата
Електропривод, мехатроніка та робототехніка	<b>Клепиков В.Б.</b>	

Голова групи забезпечення  
спеціальності

Лазуренко О.П. \_\_\_\_\_  
(ПП, підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 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

## Спеціальний курс теорії автоматичного керування

### Мета:

Формування у студентів теоретичних, практичних навичок і знань в галузі функціонування, проектування та дослідження сучасних складних систем автоматичного керування (АСК) технічними об'єктами електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також вмінь виконувати розрахунки параметрів складових АСК, робити аналіз їх впливу на властивості систем, виконувати синтез систем з бажаними якісними показниками функціонування в умовах невизначеності параметрів об'єктів та зовнішніх збурень.

### Компетентності :

Шифр	Зміст
Професійні компетентності (ПК). Підготовка за спеціальністю	
ПК-3	Здатність використовувати базові знання з фізики, вищої математики та теоретичних основ електротехніки для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
ПК-5	Здатність використовувати знання з метрології та електричних вимірювань, теорії автоматичного керування, релейного захисту та автоматизації для вирішення задач оптимізації та керування в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
ПК-8	Здатність використовувати сучасні методи розрахунку, проектування та аналізу роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.
ПК-9	Здатність визначати і забезпечувати оптимальні та енергоефективні режими роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.
ПК-13	Здатність до моделювання режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання.

### Результати навчання:

Шифр	Зміст
РН-2	Визначати принципи побудови та функціонування елементів систем керування та автоматики електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.
РН-5	Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексів і систем.
РН-7	Володіти методами синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.
РН-21	Наслідувати зразки дій, стратегії та тактики розв'язання професійних завдань досвідченими працівниками у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.
РН-24	Комбінувати методи емпіричного і теоретичного дослідження для пошуку шляхів зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.
РН-34	Знати та використовувати методи фундаментальних наук для розв'язання загальноінженерних та професійних завдань

### Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни:

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Теорія автоматичного керування	Науково-дослідна робота
Моделювання електромеханічних систем	Дипломне проектування
Нелінійні та дискретні системи автоматичного керування	
Системи керування електроприводами ч. 1 – ч. 2	
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	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
11	120/4	32	72	32		16				екзамен

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 40 (%)

## 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 ПЗ СР	8 4 18	<p><b>Тема 1. Теоретичні основи мереж Петрі (МП)</b>  <b><u>принципи побудови, алгоритми поведінки.</u></b>                      Формальні визначення основних понять МП.                      Представлення МП структурою і графами.                      Маркування МП. Правила виконання МП. Основні властивості МП. Використання МП для моделювання.</p>	1, 2, 5
	Л ПЗ СР	8 4 18	<p><b>Тема 2. Методи аналізу МП на коректну і адекватну роботу.</b>                      Побудова для МП дерева покриття (досягнення).                      Аналіз МП на базі матричних рівнянь. Комп'ютерне</p>	1, 2, 5

			<p>моделювання МП.</p> <p><b><u>Тема 3. Оптимальні системи керування.</u></b></p> <p>Основи варіаційного числення. Основні визначення. Поняття класичного і некласичного варіаційного числення. Рівняння Ейлера, Ейлера-Пуассона. Приклад задач оптимального керування. Основні етапи рішення задач оптимального керування. Математичні постановки задач оптимізації. Принцип максимуму Понтрягіна, особливості застосування. Дискретний принцип максимуму. Динамічне програмування. Оптимальне програмне керування. Методи синтезу оптимальних систем. Фільтр Віннера, фільтр Калмана. Системи оптимального керування с еталонною моделлю.</p> <p><b><u>Тема 4. Системи адаптивного керування.</u></b></p> <p>Постановка проблем адаптивного і робастного керування. Робастні системи. Робастна стійкість динамічних систем с параметричними невизначеностями. Теорема Харитонова. Основні технології робастного синтезу. <math>H^\infty</math> - синтез, <math>H_2</math> - синтез, LQG- синтез, LQR- синтез, <math>\mu</math> - синтез.</p>	1, 2, 5
	Л ПЗ СР	8 4 18		
	Л ПЗ СР	8 4 18		1, 2, 5
Разом		120		

### САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	24
2	Підготовка до практичних занять	24
3	Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях	
4	Виконання індивідуального завдання:	24
5	Інші види самостійної роботи	
	Разом	72

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

№ з/п	Назва індивідуального завдання та (або) його розділів	Терміни виконання (на якому тижні)
1	<u>2</u>	3
1	<u>Індивідуальне завдання</u> 1. Побудова та аналіз мережі Петрі. 2. Синтез робастного регулятора.	16 тиждень

## МЕТОДИ НАВЧАННЯ

з дисципліни «Спеціальний курс теорії автоматичного керування»

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 практичних робіт, 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 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, виконання індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт.

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

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів; 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 виконання індивідуального завдання, що передбачено цією 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	Практичні заняття	КР (КП)	РГЗ	Індивідуальні завдання	Тощо	Екзамен	Сума
25	20			25		30	100

## Критерії та система оцінювання знань та вмінь студентів.

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ЄКТС

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"> <li>- Глибоке знання навчального матеріалу, що містяться в основних і додаткових літературних джерелах;</li> <li>- вміння аналізувати явища, які вивчаються, в їхньому взаємозв'язку і розвитку;</li> <li>- вміння проводити теоретичні розрахунки;</li> <li>- відповіді на запитання чіткі, лаконічні, логічно послідовні;</li> <li>- вміння вирішувати складні практичні задачі.</li> </ul>	Відповіді на запитання можуть містити незначні неточності
82-89	B	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Глибокий рівень знань в обсязі обов'язкового матеріалу, - вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки;</li> <li>- вміння вирішувати складні практичні задачі.</li> </ul>	Відповіді на запитання містять певні неточності;
75-81	C	Добре	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Міцні знання матеріалу, що вивчається, та його практичного застосування;</li> <li>- вміння давати аргументовані відповіді на запитання і проводити теоретичні розрахунки;</li> <li>- вміння вирішувати практичні задачі.</li> </ul>	- невміння використовувати теоретичні знання для вирішення складних практичних задач.
64-74	D	Задовільно	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Знання основних фундаментальних положень матеріалу, що вивчається, та їх практичного застосування;</li> <li>- вміння вирішувати прості практичні задачі.</li> </ul>	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; -незнання основних фундаментальних положень; - невміння орієнтуватися під час розв'язання простих практичних задач

## **НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

1. Аналіз та синтез лінійних систем автоматичного керування: лаб. практикум / В.М. Шамардіна, Л.В. Асмолова. - Харків: НТУ «ХПІ», 2009.- 92с. (Бібліотека НТУ «ХПІ»)
2. Аніщенко М.В., Осічев О.В., Тимошенко А.В. та ін. Електромеханіка: дистанційне навчання та віддалені лабораторії Навчальний посібник.- Х. : ТОВ «Планета прінт». 2016.- 120с.

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

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

### Основна література

1. Dorf R., Bishop R., Modern control systems. – Addison-Wesley: 2005. – 832 p.
2. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
3. Бахрушин В.Є., Огаренко Т.Ю. Теорія керування : навч. посіб. / В.Є. Бахрушин, Т.Ю. Огаренко. – Запоріжжя : КПУ, 2014. – 224 с.
4. Теорія автоматичного управління: Підручник/За ред. Г.Ф. Зайцева. –К.:Техніка, 2002. – 668 с.
5. Asmolova L.V., Shamardina V.M., Chudovska T.S. Fundamentals of Studying Typical Dynamic Control Actions in MATLAB: Study Guide to Lab Classes are for students of specialty 141 «Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics» learning the discipline «Theory of Automatic Control. Part 1» on Educational Program in English. – Kharkiv: PromArt Ltd., 2022. – 56. (затверджений редакційно-видавничою радою університету, протокол № 3 від 06.10.2021 р.)
6. Асмолова Л.В., Шамардіна В.М. Основи дослідження лінійних динамічних систем у середовищі пакету MATLAB : лабораторний практикум з курсу «Теорія автоматичного керування. Частина 1» для студентів усіх форм навчання за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 64 с. (затверджений редакційно-видавничою радою університету, протокол № 1 від 19.02.2020 р.) <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/47703>
7. Аналіз та синтез лінійних систем автоматичного керування: лаб. практикум / В.М. Шамардіна, Л.В. Асмолова. - Харків: НТУ «ХПІ», 2009.- 92с. (Бібліотека НТУ «ХПІ»)
8. 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.
9. Kattan P. MATLAB for Beginners: A Gentle Approach. – 2010. – 300 p. [https://www.researchgate.net/publication/301358471\\_MATLAB\\_for\\_Beginners\\_A\\_Gentle\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/301358471_MATLAB_for_Beginners_A_Gentle_Approach)

### Додаткова література

1. Лозинський А.О., Мороз В.І., Паранчук Я.С. Розв'язання задач електромеханіки в середовищах пакетів MathCAD і MATLAB: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 166 с.
2. Використання пакета MATLAB–Simulink для моделювання динамічних систем та пристроїв: Метод. вказівки до виконання лабораторних, розрахунково-графічних робіт, курсового та дипломного проектування для студ. спец. 7.092203 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» і 7.092204 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» / Укладачі: О.В. Чермалих, О.В. Данілін, В.В. Кузнецов. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2004. – 72 с.

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

1. [https://stud.com.ua/98834/informatika/merezhi\\_petri](https://stud.com.ua/98834/informatika/merezhi_petri)
2. <https://thelib.info/tehnologii/782640-merezhi-petri-yak-zasib-pobudovi-dinamichnih-modelej-pidpriemstva/>
3. <http://daze.ho.ua/pnmsua.pdf>
4. <https://thelib.info/tehnologii/782640-merezhi-petri-yak-zasib-pobudovi-dinamichnih-modelej-pidpriemstva/>