



**СИЛАБУС**

Навчальна дисципліна Теорія автоматичного керування

Освітньо-професійна програма Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

**Загальна інформація**

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Федула Микола Васильович
Профайл викладача	<a href="https://akit.khmnmu.edu.ua/fedula-mykola-vasylovych/">https://akit.khmnmu.edu.ua/fedula-mykola-vasylovych/</a>
Е-mail викладача(ів)	fedulaM@khmnmu.edu.ua
Контактний телефон	Заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	<a href="https://msn.khmnmu.edu.ua/course/view.php?id=6509">https://msn.khmnmu.edu.ua/course/view.php?id=6509</a>
Навчальний рік	2024-25
Консультації	<b>Очні:</b> понеділок, 4-а пара, 4-316; середа, 4-а пара, 4-316; <b>он-лайн:</b> за необхідністю та попередньою домовленістю

*Характеристика дисципліни*

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Форма семестрового контролю			
				Кредити ЄКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота, в т.ч. ІРС	Курсовий проект	Курсова робота	залік	іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні Заняття						
О	Д	3	6	4	120	85	34	34	17		35				+

*Анотація навчальної дисципліни*

Дисципліна «Теорія автоматичного керування» є однією із фахових дисциплін і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «бакалавр» за спеціальністю 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

**Пререквізити** – вища математика, програмування, людино-машинний інтерфейс та програмування систем реального часу, інтернет технології, комп'ютерна електроніка та мікропроцесорна техніка, англійська мова.

**Кореквізити** – програмування мікропроцесорних систем керування, англійська мова.

*Мета і завдання дисципліни*

**Мета дисципліни.** Формування особистості фахівця, здатного виконувати типові та складні завдання автоматизації та реалізації комп'ютерно-інтегрованих технологій шляхом аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

**Завдання дисципліни.** Формування практичних навичок з аналізу та розроблення систем автоматичного керування, з використанням відповідних середовищ розробки та пакетів прикладних програм.

**Очікувані результати навчання.**

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми для реалізації систем автоматичного керування та використовувати інтернет-ресурси; проектувати системи автоматичного керування та візуалізувати результати їх роботи за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології; обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для сучасних систем автоматичного керування; використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування та візуалізації результатів роботи систем автоматичного керування.

**Тематичний план дисципліни і календар його виконання.**

**Таблиця 3 – Тематичний план дисципліни**

№ тижня	Тема лекції	Тема лабораторної роботи	Тема практичного заняття	Самостійна робота студентів		
				Зміст	Год.	Література
1	2	3	4	5	6	7
1	Історія розвитку теорії автоматичного керування. Основні поняття: об'єкт керування, система керування, сигнал, зворотний зв'язок. Класифікація автоматичних систем керування. Застосування теорії автоматичного керування (ТАК) у сучасній техніці.	Лабораторна робота (далі ЛР) 1. Моделювання простої замкнутої системи керування в Simulink.	Практичне заняття (далі Пр.) 1. Ознайомлення з інтерфейсом MATLAB Online. Використання базових функцій MATLAB для аналізу сигналів.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №1.	2	[1] с.4-15, [2] с.4-21, [4] с.1-7
2	Можливості MATLAB та Simulink для аналізу та синтезу систем керування. Ознайомлення з веб-додатками MATLAB Online. Приклади застосування MATLAB у розв'язанні задач аналізу систем. с.47-67			Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №1.	2	[1] с.25-34, [2] с.5-21,
3	Складання диференціальних рівнянь для механічних, електричних та теплових систем. Перехід до передавальних функцій. Лінеаризація нелінійних систем.	ЛР 2. Створення блок-схеми системи з передавальною функцією у Simulink.	Пр. 2. Побудова моделей систем у MATLAB. Аналіз часових характеристик систем.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2.	2	[1] с.14-29, [2] с.32-42, [4] с.9-35
4	Алгебра блок-схем. Еквівалентні перетворення блок-схем. Формування			Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання	2	[1] с.29-40, [2] с.43-51, [4] с.72-91,

	передавальної функції для складних систем.			результатів лабораторної роботи №2.		
5	Поняття сталого та перехідного стану. Перехідні характеристики: перехідна, імпульсна, вагова. Критерії оцінки якості перехідних процесів.	ЛР 3. Використання інструментів MATLAB для побудови діаграм Боде, Найквіста.	Пр. 3. Аналіз частотних характеристик у MATLAB.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №3.	2	[1] с.40-56, [2] с.51-80,
6	Побудова діаграм Боде, Найквіста та Логарифмічного амплітудно-фазового графіка (ЛАФЧ). Інструменти MATLAB для аналізу частотних характеристик.			Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №3.	2	[2] с.81-94, [6] с.13-73
7	Стійкість у часовій та частотній областях. Критерій Рауса-Гурвіца. Графічна перевірка стійкості систем. [1] с.56-58, [2] с.94-107, [6] с.171-251	ЛР 4. Використання веб-додатків MATLAB для перевірки стійкості на основі критерію Найквіста.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4.	2	[1] с.56-58, [2] с.94-107, [6] с.171-251
8	Критерій Найквіста. Використання діаграм Боде та частотних характеристик для оцінки стійкості.			Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до тестового контролю.	2	[1] с.58-64, [2] с.108-156, [6] с.251-319
9	P, I, D-регулятори: принцип дії, переваги та недоліки. Комбіновані закони регулювання (PI, PD, PID).	ЛР 5. Реалізація PID-контролера в Simulink.	Пр. 4. Аналіз стійкості систем із використанням MATLAB.	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №4.	2	[4] с.57-70, 93-115, [5] с.293-313, [6] с.505-525
10	Налаштування PID-контролера в MATLAB. Автоматичне налаштування параметрів регулятора.			Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №5.	2	[4] с.93-170, [5] с.313-334
11	Побудова частотних характеристик у MATLAB. Визначення запасів стійкості за діаграмами.	ЛР 6. Моделювання частотних методів аналізу в Simulink.	Пр. 5. Побудова PID-контролера у MATLAB. Підбір параметрів контролера за допомогою інтерактивних інструментів.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №6.	2	[4] с.93-170, [5] с.313-334, [6] с. 525-573
12	Основні типи коригувальних пристроїв. Методи налаштування фазових та амплітудних коректорів.			Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №6. Підготовка до	2	[2] с.81-94, [6] с.13-73

				контрольної роботи.		
13	Види нелінійності: насичення, гістерезис, мертва зона. Аналіз фазових траєкторій нелінійних систем.	ЛР 7. Дослідження фазових портретів у Simulink.	Пр. 6. Використання MATLAB для побудови частотних характеристик. Синтез коригувальних пристроїв.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №7.	2	[6] с.13-73
14	Метод малого параметра. Використання MATLAB для моделювання нелінійностей.			Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №7.	2	[3] с.126-173, [8] с.33-46, [9] с.49-76,
15	Оптимізація керування: критерії, обмеження. Основи методів оптимізації в MATLAB.	ЛР 8. Застосування Simulink для синтезу систем оптимального керування.	Пр. 7. Моделювання нелінійних систем у MATLAB.	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №8.	2	[3] с.221-322, [8] с.46-89, [12] с.14-38
16	Побудова LQR-регулятора в MATLAB. Приклади синтезу оптимального керування.			Пр. 8. Реалізація LQR у MATLAB.	Опрацювання лекційного матеріалу. Опрацювання результатів лабораторної роботи №8. Підготовка до підсумкового контрольного заходу.	2
17	Огляд сучасних технологій у теорії автоматичного керування. Використання інструментів MATLAB/Simulink для комплексного аналізу.	-	-		3	[12] с.151-215, [13] с.98-105, [14] с.79-82

#### ***Політика дисципліни.***

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати аудиторні заняття за розкладом, не запізнюватися на заняття, виконувати усі види робіт з дисципліни згідно з встановленим графіком. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний опрацювати у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До лабораторних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність в процесі виконання роботи. Набуті особою знання з дисципліни або її окремих розділів у неформальній освіті зраховуються відповідно до Положення про порядок перерахування результатів навчання у ХНУ.

#### ***Критерії оцінювання результатів навчання.***

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за чотирибальною шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з урахуванням коефіцієнта вагомості.

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення звіту; вільне володіння студентом спеціальною термінологією і уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати не пізніше, ніж за

два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі. Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється під час поточних контрольних заходів.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання

Аудиторна робота								Самостійна, індивідуальна робота	Підсумковий контроль
П'ятий семестр									
Лабораторні роботи №:								Практичні заняття №	Підсумковий контрольний захід
1	2	3	4	5	6	7	8	1-8	Іспит
ВК: 0,4								0,2	0,4

Умовні позначення: ВК – ваговий коефіцієнт; ПКЗ – підсумковий контрольний захід

**Контрольні питання з дисципліни.**

1. Що таке автоматична система керування (АСУ) і які її основні компоненти?
2. Які основні принципи побудови систем автоматичного керування?
3. Яку роль відіграє зворотний зв'язок у системах керування?
4. Як класифікуються автоматичні системи керування за принципами функціонування?
5. Які переваги використання MATLAB та Simulink у теорії автоматичного керування?
6. Що таке передавальна функція і як її отримують із диференціального рівняння?
7. Що таке рівняння стану системи і для чого воно використовується?
8. Як здійснюється лінеаризація нелінійних систем?
9. Які методи використовуються для перетворення блок-схем у еквівалентні системи?
10. Як створюються математичні моделі у MATLAB та Simulink?
11. Що таке перехідна характеристика системи?
12. Як визначають час регулювання та час перехідного процесу?
13. Що таке імпульсна характеристика і в яких задачах вона використовується?
14. Як будуються частотні характеристики динамічної системи?
15. Які критерії якості застосовуються для оцінки динамічних характеристик системи?
16. Що таке стійкість системи керування і як вона визначається?
17. У чому суть критерію Рауса-Гурвіца?
18. Як використовуються діаграми Найквіста для оцінки стійкості системи?
19. Що таке запас стійкості, як його оцінюють?
20. Як частотні характеристики системи впливають на її стійкість?
21. У чому полягає принцип роботи пропорційного (P) регулятора?
22. Які функції виконують інтегральний (I) та диференціальний (D) регулятори?
23. Як комбінуються закони регулювання у PI, PD, PID-регуляторах?
24. Які переваги та недоліки використання PID-регуляторів?
25. Як у MATLAB налаштовуються параметри PID-регуляторів?
26. Що таке діаграма Бode і як вона використовується в аналізі систем керування?
27. Які переваги частотних методів аналізу перед часовими?
28. Що таке фазовий запас і як він визначається?
29. Які функції виконують коригувальні пристрої в системах керування?
30. Як проектуються фазові та амплітудні коректори?
31. Що таке нелінійна система і як вона відрізняється від лінійної?
32. Які типи нелінійностей найчастіше зустрічаються у системах керування?
33. Що таке фазова траєкторія і як вона використовується для аналізу системи?
34. У чому суть методу гармонійної лінеаризації?
35. Як MATLAB використовується для моделювання нелінійностей?
36. Що таке оптимальне керування і які його основні завдання?
37. Які критерії оптимальності використовуються для вибору оптимального закону керування?
38. У чому суть лінійно-квадратичного регулятора (LQR)?
39. Як параметри LQR-регулятора впливають на якість керування?
40. Які переваги використання LQR-регулятора в порівнянні зі стандартними методами?
41. Які ключові особливості використання MATLAB та Simulink у моделюванні систем керування?
42. Які переваги систем із зворотним зв'язком у порівнянні з системами відкритого типу?
43. Як здійснюється перевірка стійкості систем у MATLAB?
44. Які основні недоліки нелінійних систем і як вони компенсуються у реальних умовах?
45. Які переваги має частотний аналіз у порівнянні з іншими методами?
46. Як автоматизовані системи керування використовуються у сучасних технологіях, таких як робототехніка та IoT?
47. У чому полягають основні принципи синтезу систем із використанням коригувальних пристроїв?
48. Як MATLAB дозволяє проводити оптимізацію параметрів регулятора?
49. Що таке режим самоналаштування PID-регулятора, і як він реалізується в MATLAB?
50. Які основні етапи створення моделі динамічної системи у Simulink?

### *Рекомендована література*

1. Poley R. Control Theory Fundamentals. – New York: CRC Press, 2020. – 320 p.
2. Asadi F. State-Space Control Systems: The MATLAB®/Simulink® Approach. – Cham: Springer, 2020. – 280 p.
3. Wang L. PID Control System Design and Automatic Tuning using MATLAB/Simulink. – New York: Springer, 2020. – 350 p.
4. Lyshevski S.E., Ayyagari R. Control Systems: Classical, Modern, and AI-Based Approaches. – Boca Raton: CRC Press, 2020. – 400 p.
5. Dorf R.C., Bishop R.H. Modern Control Systems, 14th Edition. – London: Pearson, 2022. – 700 p.
6. Ogata K. Modern Control Engineering, 5th Edition. – London: Pearson, 2020. – 850 p.
7. Tewari A. Modern Control Design: with MATLAB and Simulink. – New York: Springer, 2020. – 450 p.
8. Tilbury D., Messner B. Control Tutorials for MATLAB and Simulink. – Online: University of Michigan, 2020. – [Web resource].
9. Кулаковський Л.Я., Босак А.В. Теорія автоматичного керування: Лінійні системи: Навчальний посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2019. – 280 с.
10. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2020. – 200 с.
11. Сергієнко О.В., Баранов М.П., Ковальчук А.В. Моделювання та аналіз систем автоматичного керування в MATLAB: Навчальний посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2021. – 300 с.

### **Додаткова**

12. Дмитрук А.В., Сидоренко В.П., Левченко О.М. Системи автоматичного керування технологічними комплексами: Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 220 с.
13. Криворучко С.А., Павленко І.М., Руденко В.П. Теорія автоматичного керування: Курсова робота. – Київ: НТУУ «КПІ», 2020. – 180 с.
14. Давиденко О.С., Шевченко Ю.В., Жук А.М. Теорія автоматичного керування в задачах електроенергетики та енергозбереження: Навчальний посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 300 с.

Розробники:



к.т.н., доц. Микола ФЕДУЛА

Погоджено:

Зав каф. АКІТтаР



д.т.н., проф. Валерій МАРТИНЮК

Гарант ОПІ



к.т.н., доц. Юрій ФОРКУН