

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
(повна назва підрозділу)

Кафедра комп'ютеризованих систем управління
(повна назва кафедри)

Код РНПД

T93542

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної роботи

Слободян С.О.

« 10 » 10 2022 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
PROGRAM OF THE DISCIPLINE

СУЧАСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ
MODERN METHODS OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM ANALYSIS

галузь знань _____ 15 Автоматизація та приладобудування _____
спеціальність _____ 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології _____
рівень вищої освіти _____ третій (освітньо-науковий) _____
тип дисципліни _____ обов'язкова _____
мова(и) викладання _____ українська _____

Миколаїв – 2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Сучасні методи аналізу систем автоматичного керування» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

21 червня 2022 р. – 13 с.

Розробник: Блінцов Володимир Степанович, доктор технічних наук, професор, професор Херсонського навчально-наукового інституту.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Сучасні методи аналізу систем автоматичного керування" узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми

Тимченко В.Л.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Сучасні методи аналізу систем автоматичного керування" розглянуто на засіданні кафедри комп'ютеризованих систем управління.

Протокол № 01 від 29 серпня 2022 р.

Завідувач кафедри
д-р техн. наук, доцент



Черно О.О.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Сучасні методи аналізу систем автоматичного керування" розглянуто Методичною радою Навчально-наукового Інституту автоматики та електротехніки.

Протокол № 2 від 19 вересня 2022 р.

Голова
к.т.н., доцент



Жук Д.О.

Проект робочої програми навчальної дисципліни "Сучасні методи аналізу систем автоматичного керування" погоджено з навчальним відділом.

Начальник відділу
к.т.н., доцент



Лабарткава А.В.

Робоча програма навчальної дисципліни "Сучасні методи аналізу систем автоматичного керування" затверджена Навчально-методичною радою НУК.

Протокол № 7 від 28 вересня 2022 р.

Голова НМР НУК



© НУК, 2022

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни.....	7
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	13
9. Засоби навчання	13
10. Рекомендовані джерела інформації.....	13

ВСТУП

Анотація

Програма дисципліни «Сучасні методи аналізу систем автоматичного керування» відноситься до дисциплін професійної підготовки та складена відповідно до освітньої програми спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

Метою навчальної дисципліни є вивчення теоретичних основ та методів аналізу систем автоматичного керування, що дасть змогу у спеціалізованих програмних середовищах синтезувати відповідні моделі технологічних процесів (об'єктів), із використанням яких розробити та реалізувати ефективні алгоритми керування обраними об'єктами.

Дисципліна розрахована на здобувачів наукового ступеню, які отримали базові знання з математики, автоматизації та комп'ютеризованих систем управління.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Ключові слова: *система автоматичного керування, методи аналізу.*

Abstract

The program of the discipline "Mathematical modeling of automated systems" refers to the disciplines of professional training and is compiled in accordance with the educational program of specialty 151 "Automation and computer-integrated technologies".

The purpose of the academic discipline is to study the theoretical foundations and methods of analysis of automatic control systems, which will make it possible to synthesize appropriate models of technological processes (objects) in specialized software environments, using which to develop and implement effective control algorithms for selected objects.

The discipline is designed for academic degree holders who have acquired basic knowledge of mathematics, automation and computerized control systems.

Requirements for knowledge and skills are determined by industry standards of higher education of Ukraine.

Keywords: *automatic control system, analysis methods.*

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 15 «Автоматизація та прила- добудування»	Обов’язкова з циклу обов’язкових професійних компонентів	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		1-й	1-й
Електронний адрес РПНД на сайті Університету: https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/onp-elektroenergetika-elektrotehnika-ta-elektromehanika/	Спеціальність 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані тех- нології»	Семестр	
Індивідуальне науково-дослідне за- вдання не передбачено		1-й	1-й
		Лекцій	
		15 год.	4 год.
		Практичні, семінарські	
		15 год.	4 год.
Загальна кількість годин – 90	Лабораторні		
	-	-	
Тижневих годин для денної форми на- вчання: аудиторних – 2; самостійної роботи здобувача – 4.	Освітній рівень: третій (освітньо-науковий)	Самостійна робота	
		60 год.	82 год.
		Індивідуальні завдання: 0 год.	
		Вид контролю: екзамен	
		Форма контролю: комбі- нована	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Сучасні методи аналізу систем автоматичного керування» є формування у здобувачів наукового ступеня відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

- здатність генерувати нові ідеї (креативність) (у відповідності до ОПП ЗК1);
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (у відповідності до ОПП ЗК2);
- здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та з дотичних до міждисциплінарних напрямів на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності (у відповідності до ОПП ЗК4);
- здатність застосовувати сучасні методи дослідження, синтезу, проектування систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та викладацькій діяльності (у відповідності до ОПП СК3).

3. Передумови для вивчення дисципліни

—

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів наукового ступеня таких результатів навчання:

- мати передові концептуальні та методологічні знання з автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій та з дотичних міждисциплінарних напрямів, розуміти методологію наукових досліджень. Уміти застосовувати їх у власних дослідженнях, скерованих на отримання нових знань та/або здійснення інновацій, та у викладацькій практиці. (у відповідності до ОПП РН1);
- планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих комплексів та їх складових з використанням сучасних методів дослідження, технічних, програмних засобів та з дотриманням норм академічної і професійної етики. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані. (у відповідності до ОПП РН4);
- розробляти і застосовувати сучасні методи аналізу, синтезу, оптимізації, проектування та дослідження систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій, їх програмних та апаратних компонентів. (у відповідності до ОПП РН6);
- Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи. (у відповідності до ОПП РН8).

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Аналіз лінійних систем автоматичного керування.

Тема 1. Загальні відомості про лінійні системи та методи їх опису й математичного моделювання. Прямі показники якості функціонування САК. Статична і динамічна точність лінійних САК.

Тема 2. Непрямі показники якості функціонування САК. Частотні, кореневі та інтегральні показники якості лінійних САК.

Тема 3. Стійкість лінійних САК. Стійкість руху технічної системи за Ляпуновим. Критерії стійкості лінійних САК.

Тема 4. Запас стійкості лінійної системи. Стійкість системи з запізненням.

Змістовий модуль 2. Аналіз нелінійних систем автоматичного керування.

Тема 5. Загальні відомості про нелінійні системи та методи їх опису.

Тема 6. Дослідження нелінійних систем методом фазової площини та методом гармонічної лінеаризації нелінійних ланок.

Тема 7. Дослідження стійкості нелінійних систем. Критерій В.М. Попова. Метод А.М. Ляпунова.

Тема 8. Методи дослідження режиму автоколивань.

Тематичний план навчальної дисципліни

№ з/п	Назва змістових модулів і тем	Кількість годин							
		денна форма навчання				заочна форма навчання			
		всього	у тому числі			всього	у тому числі		
			лек.	пр. зан.	сам. роб.		лек.	пр. зан.	сам. роб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Змістовий модуль 1. Методи та прикладні програми моделювання технічних систем.									
1.1	Тема 1. Загальні відомості про лінійні системи та методи їх опису й математичного моделювання. Прямі показники якості функціонування САК. Статична і динамічна точність лінійних САК.	5	2	2	1	5	1	-	4
1.2	Тема 2. Непрямі показники якості функціонування САК. Частотні, кореневі та інтегральні показники якості лінійних САК.	5	2	2	1	5	-	1	4
1.3	Тема 3. Стійкість лінійних САК. Стійкість руху технічної системи за Ляпуновим. Критерії стійкості лінійних САК.	5	2	2	1	5	1	-	4
1.4	Тема 4. Запас стійкості лінійної системи. Стійкість системи з запізненням.	5	2	2	1	5	-	1	4
Підготовка до модульного контролю		10	0	0	10	10	-	-	10
Всього за змістовим модулем 1:		30	8	8	14	30	2	2	26
Змістовий модуль 2. Моделювання об'єктів морської робототехніки									
2.1	Тема 1. Загальні відомості про нелінійні системи та методи їх	9	2	2	5	9	1	-	8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	опису.								
2.2	Тема 2. Дослідження нелінійних систем методом фазової площини та методом гармонічної лінеаризації нелінійних ланок	9	2	2	5	9	-	1	8
2.3	Тема 3. Дослідження стійкості нелінійних систем. Критерій В.М. Попова. Метод А.М. Ляпунова	9	2	2	5	9	1	-	8
2.4	Тема 4. Методи дослідження режиму автоколивальності.	8	1	1	6	8	-	1	7
Підготовка до модульного контролю		10	0	0	10	10	-	-	10
Всього за змістовим модулем 2:		45	7	7	31	45	2	2	41
Підготовка до екзамену		15	0	0	15	15	-	-	15
Всього:		90	15	15	60	90	4	4	82

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
1.	Особливості математичного моделювання технічних систем як об'єктів керування.	2	-
2.	Аналіз математичних моделей автоматичних систем генерування постійної і змінної напруги та їх аналіз в середовищі Simulink MATLAB.	2	1
3.	Математичне моделювання автоматизованого електроприводу суднового палубного механізму та його аналіз в середовищі Simulink MATLAB	1	-
4.	Математичне моделювання автоматизованої гребної електричної установки та її аналіз в середовищі Simulink MATLAB.	2	1
5.	Математичне моделювання маніпуляційного робота та його аналіз в середовищі Simulink MATLAB.	2	-
6.	Аналіз автоматизованої системи суднової вентиляції та її аналіз в середовищі Simulink MATLAB.	2	1
7.	Математичне моделювання керованого руху морського об'єкта та його аналіз в середовищі Simulink MATLAB	2	-
8.	Математичне моделювання керованого руху групи морських об'єктів та аналіз системи керування груповим рухом у середовищі Simulink MATLAB	2	1
Всього		15	4

Самостійна робота

Самостійна робота передбачає підготовку до лекційних та практичних занять; самостійне поглиблення знання за темами дисципліни; підготовку до двох поточних модульних контролів; підготовку до екзамену.

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	12	23
2	Підготовка до практичних занять	13	22
4	Підготовка до модульних контролів	20	20
5	Підготовка до екзамену	15	15
Разом		60	82

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання за джерелами знань:

- для всіх видів занять:

- робота з літературою – опрацювання різних видів джерел, яке спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольо-корекційної функції в умовах формальної, неформальної та інформальної освіти;

- пояснення – словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків;

- дискусія – обмін поглядами щодо конкретної проблеми з метою набуття нових знань, зміцнення власної думки, формування вміння її доведення;

- диспут – цілеспрямоване зіставлення різних поглядів на наукову проблематику з метою формування у здобувачів оцінних суджень, зміцнення світоглядних позицій;

- демонстрування – наочно-чуттєве ознайомлення здобувачів з явищами, процесами, об'єктами в їх природному вигляді;

- для лекційних занять:

- лекція – усний виклад навчального матеріалу, який характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованою розумових образів, доказів і узагальнень;

- бесіда – питально-відповідний метод, завдання якого – спонукати здобувачів до актуалізації відомих і засвоєння нових знань шляхом самостійних роздумів, висновків і узагальнень; різновиди бесіди: репродуктивні (спрямовані на відтворення раніше засвоєного матеріалу), катехізичні (передбачають точне відтворення формулювань, запам'ятовування відповідей), евристичні (підводять здобувачів до самостійних висновків);

- ілюстрування – показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, фотографій, схем;

- для практичних занять:

- практична робота – метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків;

- фронтальне опитування;

- контрольні тестові роботи програмованого типу (перелік запитань і можливі варіанти відповідей).

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- складання поточного модульного контролю за кожним змістовним модулем у вигляді стандартизованих тестів для оцінки рівня отриманих теоретичних знань; на проходження одного тесту надається 20 хвилин;

- складання екзамену у вигляді письмової відповіді на чотири теоретичні питання; на підготовку надається одна академічна година.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки екзамену. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках здобувач може набрати до 60 балів. Питома вага заключного екзамену в загальній системі оцінок – 40 балів. Право скласти заключний екзамен надається кожному здобувачу наукового ступеня, якій з урахуванням набраних балів проміжних оцінок має не менше 60 балів. Складання заключного екзамену є обов'язковим, якщо здобувач на протязі вивчення курсу за результатами проміжного контролю набрав щонайменше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки за екзамен.

Поточний контроль передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів із зазначених тем.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів наукового ступеня та їх оцінювання

Критерії оцінювання поточного модульного контролю у формі тестування

Правильних відповідей	6	5	4	3	2	1
Балів	30	25	20	15	10	5

У відповідності до програми передбачено 2 поточних модульних контролі, таким чином максимальна оцінка за даний компонент програми 60 балів. Кожний тест передбачає 6 тестових запитань.

Критерії оцінювання екзамену

Здобувач має відповісти на чотири письмові питання. Кожна відповідь на питання оцінюється максимум у 10 балів. Загалом за екзамен можна отримати максимум 40 балів.

Кількість балів	Критерії оцінювання на екзамені
1	2
10	Відповідь надана повна, ґрунтовна, чітка, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
9	Відповідь надана відносно повна, ґрунтовна, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.

1	2
8	Відповідь надана відносно повна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, хоча при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
7	Відповідь надана відносно повна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, при наданні відповіді не представлені необхідні математичні викладки, але надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання.
6	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей прикладного використання даного теоретичного матеріалу.
5	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, не надані пояснення особливостей прикладного використання даного теоретичного матеріалу.
4	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, відсутні пояснення особливостей прикладного використання даного теоретичного матеріалу.
3	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, дуже обмежено представлені математичні залежності та схемні рішення, відсутні пояснення особливостей прикладного використання даного теоретичного матеріалу.
2	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, не в змозі представити математичні залежності та схемні рішення, а також пояснення особливостей прикладного використання даного теоретичного матеріалу.
1	Надана обмежена та уривчаста відповідь, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, не в змозі представити математичні залежності та схемні рішення, а також пояснення особливостей прикладного використання даного теоретичного матеріалу.
0	Відповідь не надана взагалі або абсолютно не відповідає питанню.

Максимальна оцінка здобувача за відповіді на письмові питання 40 балів (4 питання по 10 балів).

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Структурна ідентифікації		Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	ПМК	Тестування за темами ЗМ 1	30
ЗМ 2	ПМК	Тестування за темами ЗМ 2	30
Підсумковий контроль		Екзамен	40
Загалом			100

Шкала оцінювання ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90...100	A
82...89	B
74...81	C
64...73	D
60...63	E
35...59	FX
0...34	F

9. Засоби навчання

1. Опорний конспект лекцій з дисципліни в електронному варіанті.
2. Підручники та посібники, зазначені у списку літератури.
3. Нормативні документи.
4. Таблиці, схеми і плакати, виготовлені на кафедрі, а також типографічним способом.
5. Поточні Інтернет-ресурси.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Теорія автоматичного управління : конспект лекцій : у 2 ч. Ч. 1 «Аналіз лінійних систем автоматичного управління» / укладач Г. М. Худолей. – Суми. Сумський державний університет, 2016. – 179 с.
2. Павлов А.В., Журавльов О.Ю. Нелінійні системи автоматичного управління. Конспект лекцій. – Суми. Сумський державний університет, 2016. – 76 с.
3. Лисенко В.П., Мірошник В.О., Штепа В.М. Комп'ютерно-інтегровані технології. Основи MatLab. Навчальний посібник., К.: Вид.центр НУБіП України, 2010, – 80 с.
4. Остапенко Ю.О. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування. – К.: Задруга, 1999. – 424 с.
5. Букетов А.В. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів і систем. – Тернопіль: СМП «Тайп».- 2009. – 260 с.
6. Ладанюк, А.П., Смітюх Я.В., Власенко Л.О., Заєць Н.А., Ельперін І.В. Системний аналіз складних систем управління. А.П. Ладанюк, – Київ, НУХТ, 2013. – 274 с.
7. Лисенко В.П., Чернишенко Є.В., Решетюк В.М., Мірошник В.О., Заєць Н.А., Цигульов І.Т. / Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів/ – К.: АграрМедіаГруп, 2016. – 476 с.

Додаткова література

8. Основи проектування спеціалізованих мікроконтролерних та вбудованих комп'ютерних систем для засобів суднової і промислової автоматизації: навчальний посібник. Частина 1. / В. С. Блінцов, Д. О. Жук, М. В. Джангиров, І. Ю. Жук, С. П. Голіков, С. Г. Чорний – К.: Кондор-Видавництво, 2013. – 348 с.
9. Блінцов, В.С. Мікроконтролерне керування електроприводом. Частина 1. Навчальний посібник / В. С. Блінцов, О. К. Жук, Д. О. Жук, Рябенський В. М., Костенко Д.В., Шевченко В. В. // Миколаїв : НУК, 2014. – 264 с.
10. Блінцов, В. С. Створення та застосування засобів морської робототехніки для знешкодження підводних потенційно небезпечних об'єктів [Текст]: Наукова монографія / В. С. Блін-

цов, О. В. Блінцов, Г. В. Бабкін, М. Г. Грицаєнко. За загальною редакцією проф. В. С. Блінцова. – Миколаїв : Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2016. – 366 с.

11. Ладанюк А.П., Заєць Н.А., Власенко Л.О. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів: монографія. - К.: видавництво ЛіраК, 2016. – 312 с.

Інформаційні ресурси в мережі Інтернет

1. Науковий журнал «Computer Modeling: Analysis, Control, Optimization». [Режим доступу <http://kmauo.org/en/about-journal-eng/>]

2. Репозитарії профільних ВНЗ України:

- НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського: <https://ela.kpi.ua/>;
- Національного авіаційного університету: <https://er.nau.edu.ua/>;
- НУ "Львівська політехніка": <https://ena.lpnu.ua/>;
- Харківського НУ радіоелектроніки: <https://openarchive.nure.ua/>;
- Харківського НУ імені В.Н.Каразіна: <http://dspace.univer.kharkov.ua>