

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки

Кафедра комп'ютеризованих систем управління



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

С.О. Слободян

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Identification of technological objects

рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____

тип дисципліни _____ нормативна _____

мова(и) викладання _____ українська/англійська (за проханням студентів) _____

Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» _____

Спеціальність 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» _____

ОПП _____ «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації» _____

Миколаїв – 2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Ідентифікація технологічних об'єктів» розроблена для студентів з галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», ОПП «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації».

“ 20 ” січня 2023 р. – 12с.

Розробник: Топалов А.М., доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління, канд. техн. наук

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Ідентифікація технологічних об'єктів» узгоджено з гарантом освітньо-професійної програми «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації»

Гарант ОПП  к.т.н., доц. І.Л. Вінниченко

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Ідентифікація технологічних об'єктів» розглянуто на засіданні кафедри комп'ютеризованих систем управління
Протокол від “21” квітня 2023 року № 11.

Завідувач кафедри комп'ютеризованих систем управління  (О.О. Черно)

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Ідентифікація технологічних об'єктів» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол від “18” 05 2023 року № 09.

Голова  (Д.О. Жук)

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Ідентифікація технологічних об'єктів» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  (А.В. Лабарткава)

Робочу програму навчальної дисципліни «Ідентифікація технологічних об'єктів» затверджено Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 04 від «24» 05 2023 р.

Голова НМР НУК 

© Топалов А. М., 2023
© НУК, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	8
7. Форми поточного та підсумкового контролю	9
8. Критерії оцінювання результатів навчання	9
9. Засоби навчання	11
10. Рекомендовані джерела інформації	11

ВСТУП

АНОТАЦІЯ

Навчальна дисципліна «Ідентифікація технологічних об'єктів» є нормативною дисципліною професійної підготовки фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації» зі спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» галузі знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації».

Для цілеспрямованого керування необхідно знати характеристики об'єкта керування, щоб правильно побудований сигнал керування міг перевести об'єкт із деякого початкового стану в необхідний. Визначенням характеристик об'єкта за результатами вимірів вхідних і вихідних сигналів займається один з найважливіших напрямків теорії автоматичного керування, що називається ідентифікацією. Ідентифікація є процес побудови математичної моделі об'єкта, адекватної об'єкту з точністю до заданого критерію.

Дисципліна «Ідентифікація технологічних об'єктів» покликана ознайомити студентів з процесом і методикою ідентифікації параметрів різнотипних об'єктів автоматичного керування, здобути навички побудови математичних моделей об'єктів та принципами розв'язання задач ідентифікації.

Основним завданням вивчення дисципліни «Ідентифікація технологічних об'єктів» є розкриття низки питань, пов'язаних із застосуванням методів ідентифікації статичних та динамічних об'єктів.

Ключові слова: ідентифікація, математична модель, технологічний об'єкт, метод, перехідний процес.

Abstract

The discipline "Identification of technological objects" is a normative discipline of professional training of specialists of the first (bachelor's) level of higher education in the educational-professional program "Computer-integrated technologies and automation systems" in specialty 174 "Automation, computer-integrated technologies and robotics", field of knowledge 17 "Electronics, automation and electronic communications".

For purposeful control, it is necessary to know the characteristics of the control object, so that a properly constructed control signal can translate the object from some initial state to the required. One of the most important directions of the theory of automatic control, which is called identification, is engaged in definition of characteristics of object on results of measurements of input and output signals. Identification is the process of building a mathematical model of an object, adequate to the object to the specified criterion.

The discipline "Identification of technological objects" is designed to acquaint students with the process and methods of identifying the parameters of various types of automatic control objects, gain skills in building mathematical models of objects and the principles of solving identification problems. The main task of studying the discipline "Identification of technological objects" is to reveal a number of issues related to the application of methods of identification of static and dynamic objects.

Keywords: identification, mathematical model, technological object, method, transition process.

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 <i>17 – Електроніка, автоматизація та електронні комунікації</i>	<i>Нормативна з циклу дисциплін професійної підготовки бакалавра</i>	
Модулів – 1	Спеціальність <i>174 – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</i>		
Змістових модулів – 2		Рік підготовки	
		4-й	4-й
		Семестр	
		8-й	8-й
	Освітня програма <i>Комп'ютерно-інтегровані технології та системи автоматизації</i>	Лекції	
Загальна кількість годин – 90		30 год	10 год
		Практичні роботи	
		-	-
		Лабораторні роботи	
		15 год	4 год
		Самостійна робота	
		45 год	76 год
	Індивідуальні завдання		
	-	-	
	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Вид контролю: залік	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 3			

2. МЕТА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання курсу «Ідентифікація технологічних об'єктів» є набуття навичок проведення учбової науково-дослідної роботи при моделюванні технологічних об'єктів на основі методів ідентифікації і дослідженні відповідних перехідних процесів моделювання.

Під час вивчення дисципліни у студентів формуються такі компетентності:

Загальні:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 1);
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК 4);
- здатність працювати в команді (ЗК 8);
- здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел (ЗК 5).

Фахові:

- здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування (ФК 3);
- здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій (ФК 4).

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами для вивчення дисципліни є дисципліни: «Теорія автоматичного керування», «Програмні засоби технічних розрахунків», «Інформаційні технології систем управління», «Технології програмування систем автоматизованої обробки і захисту інформації», «Об'єктно-орієнтоване програмування».

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

- вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій (ПРН 6).

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль 1. Ідентифікація технологічних об'єктів

Змістовий модуль 1. Основні задачі ідентифікації. Моделі технологічних об'єктів.

- 1.1. Постановка задачі ідентифікації технологічних об'єктів. [1] с. 146-149.
- 1.2. Ідентифікація об'єктів управління (ОУ). Основні поняття. [2] с. 27-31.
- 1.3. Лінійні динамічні безперервні параметричні моделі. [1] с. 12-26.
- 1.4. Лінійні динамічні дискретні параметричні моделі. [3] с. 62-73.
- 1.5. Нелінійні динамічні моделі. [3] с. 122-127.
- 1.6. Математичні моделі у просторі станів. [1] с. 33-35.
- 1.7. Математичні моделі зовнішніх впливів. [3] с. 24-32; [4] с. 338-340.
- 1.8. Особливості ідентифікації у замкнених системах. [3] с. 20-22; [5] с. 210-212.

Змістовий модуль 2. Основні методи Ідентифікації.

- 2.1. Ідентифікація структури і параметрів об'єкта. [5] с. 24-29; [1] 171-179.
- 2.2. Моделювання давачів та перетворювачів вимірювальних каналів [5] с. 80-88.
- 2.3. Числові характеристики неперервного випадкового процесу. [3] с. 25-29.
- 2.4. Оцінювання параметрів об'єктів за методом найменших квадратів. [1] стр. 80-88.
- 2.5. Визначення частотних характеристик об'єкту детермінованими сигналами. [3] с. 46-53.
- 2.6. Кореляційний метод ідентифікації. [1] с. 103-114; [3] с. 91-96; [4] с. 156-158.
- 2.7. Ідентифікація параметрів об'єкта спектральним методом. [3] с. 31-37.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма					заочна форма				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек	пр.	лаб.	с.р.		лек	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1. Ідентифікація технологічних об'єктів										
Змістовий модуль 1. Основні задачі ідентифікації. Моделі технологічних об'єктів										
1.1. Постановка задачі ідентифікації технологічних об'єктів.	12	2	-	4	6	16	2	-	2	12
1.2. Ідентифікація об'єктів управління (ОУ). Основні поняття.	6	2	-	-	4	7	2	-	-	5
1.3. Лінійні динамічні безперервні параметричні моделі.	10	2	-	2	6	12	2	-	-	10
1.4. Лінійні динамічні дискретні параметричні моделі.	8	2	-	2	4	5	-	-	-	5
1.5. Нелінійні динамічні моделі.	6	2	-	-	4	5	-	-	-	5
1.6. Математичні моделі у просторі станів.	6	2	-	-	4	5	-	-	-	5
1.7. Математичні моделі зовнішніх впливів.	6	2	-	-	4	5	-	-	-	5
1.8. Особливості ідентифікації у замкнених системах.	6	2	-	-	4	5	-	-	-	5
Разом за змістовим модулем 1	60	16		8	36	60	6	-	2	52
Змістовий модуль 2. Основні методи ідентифікації										
2.1. Ідентифікація структури і параметрів об'єкта.	3	2	-	-	1	4	2	-	-	2
2.2. Моделювання давачів та перетворювачів вимірювальних каналів.	3	2	-	-	1	2	-	-	-	2
2.3. Числові характеристики неперервного випадкового процесу.	3	2	-	-	1	2	-	-	-	2
2.4. Оцінювання параметрів об'єктів за методом найменших квадратів.	7	2	-	3	2	8	-	-	-	8
2.5. Визначення частотних характеристик об'єкту детермінованими сигналами.	9	2	-	4	3	10	2	-	2	6
2.6. Кореляційний метод ідентифікації.	3	2	-	-	1	2	-	-	-	2
2.7. Ідентифікація параметрів об'єкта спектральним методом.	2	2	-	-	-	2	-	-	-	2
Разом за змістовим модулем 2	30	14	-	7	9	30	4	-	2	24
Усього годин	90	30	-	15	45	90	10	-	4	76

ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичні заняття програмою не передбачено.

ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Ідентифікація параметрів математичних моделей об'єктів керування за експериментальними даними із застосуванням методу найменших квадратів	4	2
2	Ідентифікація технічних об'єктів при впливі шуму	2	-
3	Ідентифікація технічних об'єктів при різній частоті вхідного впливу	2	-
4	Ідентифікація технічних об'єктів із використанням перехідних характеристик	3	-
5	Ідентифікація параметрів передаточної функції теплоенергетичного об'єкта керування	4	2

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота здобувача вищої освіти є однією з форм організації навчання, основною формою оволодіння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння здобувачем вищої освіти в процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні навчальних занять.

Розподіл годин самостійної роботи для денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5-3 год. / 1 заняття (на 1 лекцію);
- самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни (які не викладаються на лекціях) – 1-3 год. / 1 заняття;
- підготовка до лабораторних робіт – 0,5- 3 год. / 1 робота;
- підготовка до контрольних заходів – 5-7 год. на 1 захід.

Завдання для самостійної роботи

№	Вид роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекцій	15	15
2	Самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни, підготовка реферату на задану тему	7	34
3	Підготовка лабораторних робіт	8	6
4	Підготовка до контрольних заходів	15	21
Разом		45	76

ІНДИВІДУАЛЬНЕ НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНЕ ЗАВДАННЯ

Програмою передбачено наступні форми індивідуальної роботи:

- індивідуальні консультації з дисципліни, які проводяться зі студентами за окремим графіком, затвердженим завідувачем кафедри, з метою отримання студентом відповіді на окремі теоретичні чи практичні питання та для пояснення певних теоретичних положень чи аспектів їх практичного застосування;
- індивідуальне завдання, яке має на меті поглиблення, узагальнення та закріплення знань, які студенти отримують у процесі навчання, а також застосування цих знань на практиці.

6. МЕТОДИ НАВЧАННЯ, ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ТА МЕТОДИ ЇХ ДЕМОНСТРУВАННЯ

Методи навчання:

- лекція;
- лабораторна робота;

- інструктаж;
- робота з літературою;
- методи контролю і самоконтролю:
 - контрольні роботи;
 - лабораторний контроль.

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання з дисципліни «Ідентифікація технологічних об'єктів» є:

- завдання на лабораторному обладнанні;
- завдання на комп'ютерах.
- усні відповіді;
- контрольні роботи;
- залік.

7. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Рівень засвоєння матеріалу дисципліни здійснюється шляхом проведення поточного модульного контролю (ПМК) у вигляді письмових контрольних робіт або тестових завдань різної складності, захисту звітів з лабораторних робіт та написання залікової контрольної роботи. Підсумкова оцінка з дисципліни складається з оцінок, отриманих за поточний (модульний) контроль, результатів здачі та захисту лабораторних робіт та залікової контрольної роботи.

За всі контрольні заходи (КЗ) протягом семестру студент може отримати від 0 до 100 балів. Умовою допуску студента до КЗ є мінімальна сума балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів. Якщо студент не набрав мінімальну суму балів, то він не допускається до КЗ і йому рекомендується набрати цю кількість за рахунок написання реферату на одну із зазначених вище тем.

Семестровий підсумковий контроль здійснюється в письмовій формі у вигляді тестування. Студент, який набрав за всі КЗ менше 60 балів, пише підсумкову семестрову залікову роботу (проводиться у письмовій формі у вигляді тестів), до якої він допускається, якщо має за виконання всіх передбачених елементів модулів необхідну мінімальну суму 50 балів. Максимальна кількість балів за підсумкову залікову роботу становить 30 балів. Результуюча оцінка виставляється відповідно до шкали оцінювання ECTS.

Екзаменаційні оцінки виставляються згідно шкали оцінювання ECTS:

Сума балів за результатом підсумкового контролю	Оцінка ECTS
90 – 100	A
82 – 89	B
74 – 81	C
64 – 73	D
60 – 63	E
35 – 59	FX
0 – 34	F

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Звіти з лабораторних завдань оцінюються за двома умовами:

- підготовка звіту;
- захист звіту.

Рівень підготовки звіту оцінюється за трьома критеріями:

- вчасність здавання звіту;
- правильність виконання завдання;
- відповідність оформлення звіту вимогам.

Рівень захисту звіту оцінюється за такими критеріями:

- правильність відповіді;
- оперативність надання відповіді.

Кількість балів		Критерії оцінювання лабораторної роботи
Денна форма	Заочна форма	
8	15	Роботу виконано самостійно у встановлений термін. Студент самостійно визначає тип задачі, мету написання програми, складає алгоритм раціонального вирішення поставленої задачі. У висновках проведено коректну інтерпретацію результатів. Звіт відповідає встановленим вимогам.
7	12	Роботу виконано із підказками викладача у встановлений термін. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
6	9	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Звіт відповідає встановленим вимогам.
4	6	Роботу виконано із підказками викладача з порушенням встановленого терміну. Студент складає алгоритм вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
2	3	Роботу виконано під керівництвом викладача з порушенням встановленого терміну. Студент пише програму за складеним під керівництвом викладача алгоритмом вирішення поставленої задачі. Складає звіт, що містить неточності і помилки.
0	0	Робота не виконується

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Кількість балів	15	13,5	12	10,5	9	7,5	6	4,5	3	1,5

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	5 x 8 балів = 40 балів	2 x 15 балів = 30 балів
Поточний модульний контроль	2 x 15 = 30 балів	2 x 15 = 30 балів
Всього	70 балів	60 балів

Залік у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Денна форма										
Кількість балів	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3
Заочна форма										
Кількість балів	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4

Формування підсумкової оцінки

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1.1	Лабораторна робота 1	10	Лабораторна робота 1	15
	T1.2	-	-	-	-
	T1.3	Лабораторна робота 2	10	-	-
	T1.4	Лабораторна робота 3	10	-	-
	T1.5	-	-	-	-
	T1.6	-	-	-	-
	T1.7	-	-	-	-
	T1.8	-	-	-	-
	ПМК1	Тест	15		15
ЗМ2	T2.1	-	-	-	-
	T2.2	-	-	-	-
	T2.3	-	-	-	-
	T2.4	Лабораторна робота 5	10	-	-
	T2.5	Лабораторна робота 6	10	Лабораторна робота 2	15
	T2.6	-	-	-	-
	T2.7	-	-	-	-
	ПМК2	Тест	15		15
Підсумковий контроль: залік		Тест	30		40
Всього			100		100

9. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНЕННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Для досягнення мети дисципліни та набуття бажаних результатів навчання передбачено застосування наступних засобів навчання:

- комп'ютери;
- мови програмування MATLAB;
- середовище розробки MATLAB.

10. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Мокін Б. І. Математичні методи ідентифікації динамічних систем : навчальний посібник / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 260 с.
2. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів [Текст]: конспект лекцій для студентів спеціальності 6.050202 "Автоматизація та комп'ютерно – інтегровані технології" денної та заочної форм навчання / уклад. Л.О.Гуменюк. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. - 104 с.
3. Коваль А. В. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів: навч. посібник / А.В. Коваль. – Житомир : ЖДТУ, 2018. – 133 с.
4. Островерхов М. Я. Ідентифікація електротехнічних об'єктів : навчальний посібник / М. Я. Островерхов, А.М. Сільвестров, Г.І. Кривобока. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 353 с.
5. Букетов А. В. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів та систем : навчальний посібник / Букетов А. В. – Тернопіль : СМП «Тайп», 2009. – 260 с.

Допоміжна література

6. Боровська Т.М., Северілов В.А., Васюра А.С. Теорія автоматичного управління. Частина 1. Аналіз САУ. — Вінниця: ВДГУ. 2002. — 97 с.
7. Шаруда В.Г. Методи аналізу і синтезу систем автоматичного керування: Навч. посіб./ Шаруда В.Г., Ткачов В.В., Фількін М.П. – Д.: Нац. гірнич. у-тет, 2008. — 543 с.

8. Лозинський О. Ю. Синтез лінійних оптимальних динамічних систем: Навчальний посібник / О. Ю. Лозинський, А. О. Лозинський, Я. Ю. Марущак, Я. С. Паранчук, В. Б. Цяпа. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. 392 с.
9. В. Савицький, Р. Федоришин. Технічні засоби автоматизації: навчальний посібник. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2018. – 292 с.
10. Онисик С. Б. Моделювання об'єктів керування: навчальний посібник / С. Б. Онисик. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 292 с.
11. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 344 с.
12. Мисак В.Ф. Методи ідентифікації статичних характеристик об'єктів керування. Навчальний посібник / В. Ф. Мисак – Київ : НТУУ «КПІ», 2010. – 62 с.
13. Дубовой В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.
14. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування. Підручник для вузів / Попович М.Г., Ковальчук О.Б. – К.: Либідь, 1997. – 542 с.
15. Крих Г. Б. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів. Лабораторний практикум: навчальний посібник / Г. Б. Крих, Г. Ф. Матіко. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2017. – 156 с.
16. Остапенко Ю.А. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування: Підручник / Остапенко Ю.А. — К.: Задруга, 1999. — 424 с.