

література



Навчально-методична

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет  
ім. Івана Пулюя  
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій

**Методичні вказівки**  
**для самостійної роботи з дисципліни**  
**«ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ**  
**ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ»**  
для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та  
комп'ютерно-інтегровані технології»  
денної та заочної форми здобуття освіти

Тернопіль – 2023

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з дисципліни «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форми здобуття освіти / уклад. В. В. Левицький. // ТНТУ. – 2023. – С. 18.

Укладач: к.т.н., Левицький В.В.  
Рецензент: к.т.н., доцент Савків В.Б.

Відповідальний за випуск: Левицький В.В.

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з дисципліни «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів.» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форми здобуття освіти розглянуто і схвалено на засіданні кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій  
Протокол № 1 від “ 22 ” серпня 2023 року.

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з дисципліни «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів.» для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форми здобуття освіти схвалено та рекомендовано до друку науково-методичною комісією факультету прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
Протокол № 1 від « 30 » серпня 2023 року

**література**



**Навчально-методична**

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет  
ім. Івана Пулюя  
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій

**Методичні вказівки**  
**для самостійної роботи з дисципліни**  
**«ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ**  
**ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ»**  
для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та  
комп'ютерно-інтегровані технології»  
денної та заочної форми здобуття освіти

Тернопіль – 2023

## **ВСТУП**

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з дисципліни «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів» розроблені відповідно до навчального плану та робочої програми дисципліни і призначені для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» підготовки освітнього рівня «бакалавр».

### **Мета вивчення навчальної дисципліни**

Побудова моделі за результатами спостереження є наслідком формалізації, яка необхідна для визначення основних ознак, зв'язків, закономірностей, що властиві об'єкта – оригіналу. При цьому формалізація об'єкта є основою відсіювання його несуттєвих ознак. Для одного і того ж об'єкта, залежно від конкретних вимог практики і типу поставленої задачі, може бути побудовано кілька моделей, здійснено формалізацію різних функцій цього об'єкта або зовнішніх впливів на нього

### **Завдання навчальної дисципліни**

Завдання дисципліни полягає у засвоєнні студентами знань, вмінь та навичок з наступних базових питань:

- Аналітичні методи побудови моделі. Закони збереження в нерухомій системі. Закони збереження для протічних систем з ідеальним перемішуванням та систем з розподіленими параметрами. Потоки тепла, маси, імпульсу. Конвективні, основні та перехідні потоки. Джерела потоків. Повна система рівнянь, що описує елемент процесу. Критерії подібності. Методи спрощення моделей. Моделі ідеальних об'єктів та їх моделювання.

- Методи ідентифікації об'єктів. Принципи ідентифікації. Критерії ідентифікації. Лінеаризація нелінійних об'єктів. Методи ідентифікації із застосуванням імпульсних та перехідних характеристик об'єктів. Графічні та алгоритмічні методи ідентифікації. Частотні та статистичні методи ідентифікації технологічних об'єктів. Ідентифікація за допомогою регресійних методів. Ідентифікація за допомогою кореляційного та спектрального аналізу.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:

**загальних:**

- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- вміння формулювати, ставити та вирішувати проблеми;
- навички використання інформаційних і комунікаційних технологій;
- здатність розробляти проекти та управляти ними.

**фахових:**

- Здатність застосовувати методи теорії автоматичного керування, системного аналізу та числових методів для розроблення математичних моделей автоматизованих систем для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.
- Здатність демонструвати знання методів ідентифікації об'єктів, побудови їх математичних моделей та моделей систем керування, дослідження математичних моделей систем керування та їх елементів.
- Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень.

# 1 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

При вивченні дисципліни «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів» студент повинен ознайомитися з програмою навчальної дисципліни, її структурою, формами й методами навчання, видами й методами контролю знань.

Тематичний план дисципліни складається з двох модулів, які, в свою чергу, складаються із змістових модулів, кожен з яких об'єднує в собі відносно окремий самостійний блок дисципліни, що логічно пов'язує кілька укрупнених навчальних елементів дисципліни.

Навчальний процес здійснюється в таких формах: лекційні, лабораторні роботи і самостійна робота студента. Тематичний план дисципліни наведено в табл. 1.1

Таблиця 1.1 – Тематичний план дисципліни

№ з/п	Назва теми і короткий зміст лекції	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1	Тема 1. Вступ. Загальні відомості про ідентифікацію. 1. Історія формування та становлення ідентифікації. 2. Ідентифікація в процесах пізнання. 3. Ідентифікація в процесах керування. 4. Методи теорії і практики ідентифікації.	2	0,5
2	Тема 2. Ідентифікація об'єктів 1. Об'єкт ідентифікації. 2. Відомості про об'єкт (априорна та апостеріорна інформація).	2	0,5
3	Тема 3. Математичні моделі об'єктів 1. Типи математичних моделей. 2. Складові вихідного сигналу досліджуваного об'єкту. 3. Лінійні динамічні моделі. 4. Статичні нелінійні моделі. 5. Ряд Тейлора. 6. Інтерполяційна формула Лагранжа. 7. Нелінійні динамічні моделі.	4	1

№ з/п	Назва теми і короткий зміст лекції	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
4	Тема 4. Постановка задачі ідентифікації 1. Задача ідентифікації. 2. Визначення оператора моделі.	2	1
5	Тема 5. Ідентифікація структури і параметрів об'єкта 1. Структурна ідентифікація. 2. Параметрична ідентифікація.	2	1
6	Тема 6. Класифікація методів ідентифікації 1. Ознака активності. 2. Ознака адаптивності. 3. Ознака кроку. 4. Керованість об'єкта. 5. Спостережність об'єкта. 6. Ідентифікованість об'єкта.	2	1
7	Тема 7. Моделювання давачів та перетворювачів вимірювальних каналів	2	
<b>ВСЬОГО:</b>		<b>16</b>	<b>6</b>

## 2. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ

Обов'язковим елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів» є самостійна робота студентів з вітчизняною і зарубіжною літературою.

Самостійна робота є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від нормованих навчальних занять, тобто лекційних і практичних занять (аудиторної роботи).

Основні види самостійної роботи, на які повинні звертати увагу студенти:

- вивчення лекційного матеріалу;
- робота з опрацювання та вивчення рекомендованої літератури;
- підготовка до лабораторних робіт;
- підготовка до дискусій та інших пропонованих викладачем завдань;
- робота над індивідуальним завданням;
- самоперевірка студентом власних знань за запитаннями для самодіагностики;
- підготуватися до дискусії в аудиторії щодо розуміння вивченого матеріалу;
- підготовка до поточного та підсумкового контролю.

*Опрацювання лекційного матеріалу.* У системі різних форм навчально-виховної роботи особливе місце належить лекції, де викладач надає студенту основну інформацію, навчає розмірковувати, аналізувати, допомагає опанувати ключові знання, а також спрямовує самостійну роботу студента.

Зв'язок лекції і самостійної роботи студента розглядається в таких напрямках:

- лекція як головна початкова ланка, що визначає зміст і обсяг самостійної роботи студента;
- методичні прийоми читання лекцій, що активізують самостійну роботу студентів;



– самостійна робота, яка сприяє поглибленому засвоєнню теми на базі прослуханої лекції.

Перший етап самостійної роботи починається з процесу слухання і записування лекції. Правильно складений конспект лекції – найефективніший засіб стимулювання подальшої самостійної роботи студентів. Студент повинен чітко усвідомити, що конспект – це короткий тезовий запис головних положень навчального матеріалу. Складання і вивчення конспекту – перший етап самостійної роботи студента над вивченням теми чи розділу. Конспект допомагає в раціональній підготовці до практичних занять, заліку, у визначенні напрямку і обсягу подальшої роботи з літературними джерелами.

Під час підготовки до лекції студент повинен опрацювати матеріал попередньої лекції з використанням підручників та інших джерел літератури. На лекціях висвітлюють тільки основні теоретичні положення та найбільш актуальні проблеми, тому більшість питань виноситься на самостійне опрацювання.

*Підготовка до лабораторних робіт.* Підготовка до лабораторних робіт розпочинається з опрацювання лекційного та методичного матеріалу до заданого заняття. Студент повинен самостійно ознайомитися з відповідним розділом робочої програми, підготувати відповіді на контрольні запитання, які подані в програмі у певній послідовності згідно з логікою засвоєння навчального матеріалу.

Лабораторні роботи збагачують і закріплюють теоретичні знання студентів, розвиваючи їх творчу активність, допомагають у набутті практичних навичок роботи за предметом навчальної дисципліни.

У процесі підготовки до лабораторних робіт самостійна робота студентів є обов'язковою частиною навчальної роботи, без якої успішне і якісне засвоєння навчального матеріалу неможливе. Це свідчить про необхідність керування самостійною роботою студентів з боку викладача завдяки проведенню цілеспрямованих організаційних і контрольних заходів.

Відповідно до навчального плану з кожної теми курсу проводяться лабораторні роботи. Щороку викладачі уточнюють тематичний план проведення семінарських і лабораторних робіт і ознайомлюють з ним студентів на першому занятті.

Викладач у вступній лекції рекомендує студентам основну і додаткову літературу, а також методичні рекомендації до самостійної роботи та до організації лабораторних робіт з дисципліни. У методичних вказівках з кожної теми наведено перелік питань для теоретичної підготовки до заняття.

У разі, коли студент не може самостійно розібратися в якомусь питанні, він може отримати консультацію у викладача (згідно з графіком проведення консультацій викладачами кафедри приладів і контрольно-вимірювальних систем систем). Добре організовані консультації дозволяють спрямувати самостійну роботу в потрібному напрямі, зробити раціональною і підвищити її ефективність.

В таблиці 2.1 представлено перелік тем лабораторних робіт.

Таблиця 2.1 – Перелік тем лабораторних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1	Вступне заняття. Інструктаж по техніці безпеки.	2	1
2	Моделювання прямолінійних рухів	6	1
3	Моделювання явищ передачі тепла	6	2
4	Моделювання коливних рухів	6	2
5	Моделювання хвильових рухів	6	2
6	Моделювання роботи операційного підсилювача	6	4
	<b>ВСЬОГО:</b>	<b>28</b>	<b>12</b>

### 3. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1	Ідентифікація у вузькому і широкому змісті. Метод само налаштування моделі. Апріорна інформація.	3	5
2	Алгоритм функціонування адаптивного методу. Ідентифікація у реальному часі та післяекспериментальна. Ідентифікація у процесах керування.	3	5
3	Ідентифікація у процесах пізнання. Схема керування при ідентифікації об'єктів Ідентифікація у процесах керування.	3	6
4	Методи теорії і практики ідентифікації. Поняття оператора моделі і об'єкта. Динамічний і стохастичний об'єкти.	3	6
5	Зображення об'єкта ідентифікації у скалярній і векторній формі. Теорії апроксимації та інтерполяції. Відомості про об'єкт ідентифікації	3	6
6	Методи автоматичного керування. Апріорна інформація про об'єкт ідентифікації. Методи математичного опису технологічних об'єктів.	3	6
7	Апостеріорна інформація про об'єкт ідентифікації. Методи визначення структури і параметрів об'єкта. Поняття функції нев'язки при реалізації задач ідентифікації.	4	6
8	Методи визначення параметрів об'єкта при заданій або прийнятій структурі. Властивості функції нев'язки. Методи експериментальної ідентифікації технологічних процесів.	3	6

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
9	Поняття «Структурна ідентифікація». Поняття «Фізична модель». Поняття «Параметрична ідентифікація».	3	5
10	Поняття «Математична модель». Класифікація методів ідентифікації. Види математичних моделей.	3	5
11	Ознака активності при виборі методу ідентифікації. Детермінована математична модель. Ознака адаптивності при виборі методу ідентифікації.	4	5
12	Статистична математична модель. Ознака кроку при виборі методу ідентифікації. Лінійні і нелінійні математичні моделі.	4	5
13	Підготовка та складання екзаменів, тестування: - Залік - Тест №1 - Тест №2	1,5 0,5 0,5 0,5	1,5 0,5- 0,5 0,5
14	Екзамен / залік	0,5	0,5
	<b>ВСЬОГО:</b>	<b>41</b>	<b>68</b>

#### **4. СИСТЕМА ПОТОЧНОГО Й ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ**

Оцінювання знань, вмінь і навичок студентів включає ті види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни «Елементи і пристрої автоматики та об'єктів управління» передбачають лекційні, лабораторні роботи, самостійну роботу.

Перевірку і оцінювання знань студентів проводять в наступних формах:

- оцінювання роботи і знань студентів під час практичних занять;
- оцінювання виконання і захист лабораторних робіт;
- складання проміжного контролю знань за змістовими модулями;

– задача заліку.

Для кожного змістовного модуля передбачено певну форму поточного контролю. Результати поточного контролю автоматично, без участі студента, зараховуються при модульному контролі. Студент може покращити результати поточного контролю при модульному контролі через тестування.

Максимальна оцінка при I модульному контролі — 40 балів;

Максимальна оцінка при II модульному контролі — 35 балів.

Підсумковий контроль - залік.

Максимальна оцінка навчальної дисципліни — 100 балів.

## **5. ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ЗАПИТАНЬ З ДИСЦИПЛІНИ**

1. Ідентифікація у вузькому і широкому змісті.
2. Метод само налаштування моделі.
3. Априорна інформація.
4. Алгоритм функціонування адаптивного методу.
5. Ідентифікація у реальному часі та післяекспериментальна.
6. Ідентифікація у процесах керування.
7. Ідентифікація у процесах пізнання.
8. Схема керування при ідентифікації об'єктів
9. Ідентифікація у процесах керування.
10. Методи теорії і практики ідентифікації.
11. Поняття оператора моделі і об'єкта.
12. Динамічний і стохастичний об'єкти.
13. Зображення об'єкта ідентифікації у скалярній і векторній формі.
14. Теорії апроксимації та інтерполяції.
15. Відомості про об'єкт ідентифікації
16. Методи автоматичного керування.
17. Априорна інформація про об'єкт ідентифікації.
18. Методи математичного опису технологічних об'єктів.

19. Апостеріорна інформація про об'єкт ідентифікації.
20. Методи визначення структури і параметрів об'єкта.
21. Поняття функції нев'язки при реалізації задач ідентифікації.
22. Методи визначення параметрів об'єкта при заданій або прийнятій структурі.
23. Властивості функції нев'язки.
24. Методи експериментальної ідентифікації технологічних процесів.
25. Поняття «Структурна ідентифікація».
26. Поняття «Фізична модель».
27. Поняття «Параметрична ідентифікація».
28. Поняття «Математична модель».
29. Класифікація методів ідентифікації.
30. Види математичних моделей.
31. Ознака активності при виборі методу ідентифікації.
32. Детермінована математична модель.
33. Ознака адаптивності при виборі методу ідентифікації.
34. Статистична математична модель.
35. Ознака кроку при виборі методу ідентифікації.
36. Лінійні і нелінійні математичні моделі.

## **6. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Базова**

1. Букетов А.В. Ідентифікація і моделювання технологічних об'єктів та систем. – Тернопіль: СМП «Тайп».- 2009.- 260с.
2. Романенко В.Д. Методи автоматизації прогресивних технологій .-К.: Вища школа, 1995.- 228с.
3. Таланчук П.М., Скрипник Ю.О., Дубровський В.О. Засоби вимірювання в автоматичних інформаційних і керуючих системах.-К.: Райдуга, 1994.-326с.
4. Любарецкий Г.Я., Слабоспицкий Р.П., Хаммурадов М.А., Абдушкіна Р.М. Математичне моделювання та експеримент. -К.: Вища школа, 1987.- 234с.
5. Мур Дж., Уэдерфорд Л., Лари Л. и др. Моделювання прийняття рішень з використанням Microsoft Excel. – Наука, 2004.-.286с.
6. Стохастичне моделювання та прогнозування / Під ред. И. Г. Гранберга. - Фінанси и статистика, 1990. - 381 с.

### **Допоміжна**

1. Томашевський В.М. Імітаційне моделювання систем і процесів.-К.: ІСДО, 1994.-124с.Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: Навч. посібник.-К.:КНЕУ, 1998.-208с.
2. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: Навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц.-К.:КНЕУ, 1999.-208с.
3. Sawaragi Y., Soelda T., Tamura H. Statistical Prediction of Air Pollution Levels Using Non—Physical Models // Automática.-1979, Vol. 15.-№4.-P.441-451.

### **Інформаційні ресурси**

Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua>.

Харківська державна наукова бібліотека ім. Короленка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://korolenko.kharkov.com>.

Технічні засоби автоматизації | Каталог освітніх послуг Львівської політехніки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://edu.lp.edu.ua/moduli/tehnichni-zasoby-avtomatyzaciyi>.

Освітній портал Житомирського державного технологічного університету. Технічні засоби автоматизації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/course/view.php?id=1240>.









