

Затверджено  
Протокол засідання кафедри  
автоматики та комп'ютерного  
телекерування рухом поїздів  
прот. № 8 від 26 червня 2023 р.

## Силабус з дисципліни

### ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Семестр та рік навчання – 6 семестр 3 року навчання

**За освітньою програмою:** Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка (АКІТР)

**Освітній рівень** перший (бакалаврський)

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

**Шифр та назва спеціальностей:** 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

**Лекції, лабораторні заняття згідно розкладу** <http://rasp.kart.edu.ua/>

#### Команда викладачів:

**Лектори:** Сосунов Олександр Олександрович, кандидат технічних наук, доцент

**Контакти:** [sosunov63@kart.edu.ua](mailto:sosunov63@kart.edu.ua)

**Години прийому та консультацій:** 14.10-15.30 четвер Zoom

**Асистенти лектора:** Сосунов Олександр Олександрович, кандидат технічних наук, доцент

**Контакти:** [sosunov63@kart.edu.ua](mailto:sosunov63@kart.edu.ua)

#### Предмет дисципліни

Предметом дисципліни є теорія побудови математичних моделей, оцінювання параметрів та стану систем, методів математичного моделювання типових технологічних об'єктів залізничного транспорту. Вона дає базові поняття теорії моделювання та принципів оцінювання стану систем керування, формує загальний науковий підхід до побудови математичних моделей елементів та систем, надає практичні навички у дослідженні впливу зовнішніх дій на структуру та параметри об'єктів.

Викладання дисципліни базується на знаннях, вміннях і навичках, отриманих при вивченні дисциплін "Вища математика", "Теорія ймовірностей", "Фізика", "Алгоритмізація, програмування та організація обчислювальних робіт", "Електротехніка та електромеханіка", "Електроніка, мікросхемотехніка, мікропроцесорна та комп'ютерна техніка", "Об'єкти автоматизації та роботизації", "Основи автоматики та теорія автоматичного керування".

Дисципліна забезпечує виконання кваліфікаційної роботи.

### **Чому ви маєте обрати цю навчальну дисципліну?**

Якщо вас цікавлять методи моделювання та ідентифікації об'єктів автоматизації залізничного транспорту вам потрібно саме це!

Від здобувачів очікується: базове розуміння фізичних процесів, основ електротехніки, теоретичних основ автоматичного керування, експлуатаційних і теоретичних основ залізничної автоматики.

**Команда викладачів і ваші колеги** будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу ідентифікація та моделювання по електронній пошті та особисто - у робочий час.

### **Мета та завдання навчальної дисципліни**

1. Метою викладання навчальної дисципліни "Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації" є підготовка студентів для творчої участі в розробці, проектуванні та експлуатації систем регулювання та контролю технологічних процесів.

2. Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є засвоєння методів математичного моделювання та ідентифікації типових технологічних об'єктів залізничного транспорту. Вона формує загальний науковий підхід до побудови математичних моделей елементів та систем, надає практичні навички у дослідженні впливу зовнішніх дій на структуру та параметри об'єктів.

Заплановані загальні компетентності:

01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

Заплановані спеціальні компетентності:

14. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки в цілому для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

Заплановані програмні результати навчання:

06. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації, комп'ютерно-

інтегрованих технологій та робототехніки в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації та роботизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки, знати спеціалізовані мови програмування для розробки проектів візуалізації автоматизованих технологічних проектів і виробництв.

**На вивчення навчальної дисципліни відводиться 180 годин / 6 кредитів ECTS.**

## **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

### **Основна**

1. Хісматулін В.Ш. Теорія автоматичного керування. Ч. I. Теорія лінійних неперервних систем автоматичного керування [Текст]: підручник для вузів / В.Ш. Хісматулін, С.В. Панченко – Х: УкрДАЗТ, 2008. – 239 с.
2. Александров Є.Є. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами. Т. 1. Теорія автоматичного керування [Текст]: підручник / Є.Є. Александров, Є.П. Козлов, Б.І. Кузнецов. – Х.: НТУ “ХПІ”, 2002. – 490 с.
3. Хісматулін В.Ш. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: лабораторний практикум / В.Ш. Хісматулін, І.Г. Воліченко – Х: УкрДАЗТ, 2013. –106 с.
- 4 Забара С.С. Моделювання систем у середовищі MATLAB [Текст] / С.С. Забара, О.О. Гагарін, І.М. Кузьменко, Ю.Д. Щербашин. – Київ, 2011. – 137 с.
5. Гурко О.Г. Аналіз і синтез систем автоматичного керування в MATLAB : Навчальний посібник [Текст] / О. Г. Гурко, І. Ф. Єрмоменко. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 286 с.
6. Гоблик Н.М. MATLAB в інженерних розрахунках. Комп'ютерний практикум [Текст] / Н. М. Гоблик, В. В. Гоблик. – Львів: Львівська політехніка, 2020. – 192 с.
7. Boscain, U. Optimal synthesis for control systems on 2-D manifolds [Текст] / U. Boscain, B. Piccoli. Springer-Verlag, 2004. – 262 p.

### **Допоміжна**

1. Хісматулін В.Ш. Теорія автоматичного керування [Текст]: лабораторний практикум / В.Ш. Хісматулін, Д.С. Сафонов – Х: УкрДАЗТ, 2007. – 141 с.
2. Hull, D. Optimal control theory for Applications [Текст] / D. Hull. Springer-Verlag, 2003. – 384

# **Інформаційний обсяг навчальної дисципліни**

## **Тематика лекційних занять**

### **Модуль 1**

#### **Тема 1.** Структура і компоненти моделі об'єкта.

Моделювання, як метод наукового пізнання. Основні функції моделей. Види моделювання. Математичне моделювання. Основні етапи процесу математичного моделювання. Структурні моделі складних систем. Класифікація моделей за видами операторів.

#### **Тема 2.** Лінійні неперервні математичні моделі.

Моделі "вхід-вихід". Елементарні ланки. Типові ланки. Немінімально-фазові ланки.

Моделі лінійних об'єктів у просторі станів. Основні визначення та поняття. Перехід від рівняння "вхід-вихід" до рівнянь стану та виходу. Рішення рівнянь стану. Перехідна матриця стану.

#### **Тема 3.** Дискретні математичні моделі.

Гратчасті функції часу. Різницеві рівняння "вхід-вихід". Характеристики лінійних дискретних динамічних систем.

Дослідження об'єктів неперервної дії за їх дискретними математичними моделями. Часова дискретизація та відновлення обвідної. Зв'язок між гратчастою функцією та її обвідною. Теорема Котельнікова. Методика отримання дискретної математичної моделі об'єкта неперервної дії.

#### **Тема 4.** Нелінійні математичні моделі.

Види нелінійностей. Основні властивості нелінійних об'єктів.

Методи моделювання та дослідження нелінійних об'єктів. Лінеаризація в робочій точці. Метод фазової площини. Фазові портрети лінійних об'єктів. Особливості фазових траєкторій нелінійних об'єктів.

**Тема 5.** Методи математичного моделювання типових технологічних об'єктів залізничного транспорту.

Характеристика типових технологічних об'єктів залізничного транспорту та їх класифікація за видами моделей. Математична модель стрілочного приводу.

### **Модуль 2**

#### **Тема 6.** Загальна постановка задачі ідентифікації.

Призначення ідентифікації. Постановка задачі ідентифікації об'єкта. Види алгоритмів ідентифікації. Керованість та спостережуваність об'єктів.

**Тема 7.** Ідентифікація за допомогою часових та частотних характеристик об'єкта.

Передаточні функції та часові характеристики типових лінійних об'єктів. Ідентифікація лінійного об'єкта по кривій розгону. Ідентифікація лінійного об'єкта по реакції на імпульсне входне діяння. Метод Орманса ідентифікації лінійного об'єкта за кривою розгону. Частотні характеристики типових лінійних об'єктів. Методи експериментального визначення частотних характеристик. Ідентифікація лінійного об'єкта по логарифмічних частотних характеристиках.

**Тема 8.** Статистичні методи ідентифікації

Регресійні методи. Прямий та послідовний методи.

Кореляційний метод. Проходження випадкового сигналу через лінійну динамічну систему. Ідентифікації за допомогою білого шуму на вході об'єкта.

**Тема 9.** Системи ідентифікації типових технологічних об'єктів залізничного транспорту.

Сутність задачі ідентифікації типових технологічних об'єктів залізничного транспорту. Методи пошуку параметрів моделей. Математична модель автоматизованої системи контролю та діагнозу стану рейкової лінії.

**Семінарські заняття**

Не передбачено навчальним планом

**Практичні заняття**

Не передбачено навчальним планом

**Лабораторні заняття**

№ з/п	Тема (назва) лабораторної роботи
1	Основи користування пакетом MATLAB
2	Побудова моделі двигуна постійного струму в пакеті SIMULINK
3	Розрахунок параметрів моделі двигуна постійного струму в пакеті MATLAB
4	Дослідження двигуна постійного струму за його моделями в пакетах MATLAB та SIMULINK
5	Дослідження лінійних моделей об'єктів методом фазової площини
6	Дослідження нелінійних моделей об'єктів методом фазової площини
7	Ідентифікація об'єкта за часовими характеристиками
8	Ідентифікація об'єкта за частотними характеристиками

**Самостійна робота**

Під час самостійної роботи засвоюються та поглиблюються знання дисципліни шляхом вивчення матеріалу з рекомендованої літератури.

**Індивідуальні завдання**

Не передбачено навчальним планом

## ПОРЯДОК ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Теоретичні знання та практичні навички перевіряються:

а) при проведенні поточного контролю – в процесі контрольного опитування та за результатами розв'язання тестових завдань на лабораторних заняттях; при перевірках розв'язань задач, які були задані на самостійну роботу; при перевірках звітів з лабораторних робіт;

б) при проведенні модульного контролю – за результатами виконання тестових контрольних завдань на ПЕОМ;

в) підсумково – на заліку за дисципліною.

При оцінюванні результатів навчання керуватися [Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ](#) та [змiнами до нього](#).

Згідно з Положенням використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Формування оцінки за модуль у складі залікового кредиту за 100-бальною шкалою здійснюється відповідно до виразу

$$OM = OL + OT,$$

де OL – сума балів за лабораторні роботи;

OT – сума балів за модульний тестовий контроль на ПЕОМ;

Оцінка лабораторних робіт проводиться згідно з таблицями 1, 2.

Таблиця 1 – Лабораторні роботи модуля 1

Вид занять	Оцінка за тестове завдання	Виконання та захист	Загальна сума балів
Лабораторна робота 1	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 2	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 3	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 4	0-10	0-5	0-15
Сума балів	0-40	0-20	0-60

Таблиця 2 – Лабораторні роботи модуля 2

Вид занять	Оцінка за тестове завдання	Виконання та захист	Загальна сума балів
Лабораторна робота 5	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 6	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 7	0-10	0-5	0-15
Лабораторна робота 8	0-10	0-5	0-15
Сума балів	0-40	0-20	0-60

Позитивна підсумкова оцінка може бути виставлена, якщо студенти повністю виконали навчальну програму, тобто виконали та отримали заліки з усіх лабораторних робіт, виконали та захистили дві розрахунково-графічних роботи.

Підсумкова оцінка визначається, як середньоарифметична оцінок двох модулів залікового кредиту.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали та шкали ECTS (A, B, C, D, E).

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
<b>ВІДМІННО – 5</b>	<b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
<b>ДОБРЕ – 4</b>	<b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<b>Добре</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
<b>ЗАДОВІЛЬНО - 3</b>	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
<b>НЕЗАДОВІЛЬНО - 2</b>	<b>Незадовільно</b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Кількість балів, отримана за результатами поточного навчання, дає студенту можливість для підвищення оцінки на екзамені на один ступінь за державною шкалою:

- з “добре” (82-89 балів) на “відмінно” (90-100 балів);
- з “задовільно” (69-74 бали) на “добре” (75-89 балів);
- з “незадовільно” (35-59 балів) на “задовільно” (60-74 балів).

#### **Команда викладачів:**

**Сосунов Олександр Олексійович** - лектор з дисципліни “Ідентифікація та моделювання об’єктів автоматизації”. Отримав ступінь к.т.н. за спеціальністю 20.02.12 - «Військова кібернетика, системи управління та зв'язок» у Харківському військовому університеті у 1997 році, доцент з 2004 року.

Напрямки наукової діяльності: теорія та техніка автоматичного керування, методи моделювання та ідентифікації об'єктів автоматизації залізничного транспорту, цифрове оброблення сигналів.

### **Кодекс академічної доброчесності**

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/06/kodex.pdf>.

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

### **Інтеграція студентів із обмеженими можливостями**

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>