

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

**Силабус**  
з дисципліни

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СКЛАДНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ**

**Семестр та рік навчання:** 5 семестр 3 року навчання

**За освітньою програмою:** «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

**Освітній рівень:** перший (бакалаврський)

**Галузь знань:** 15 «Автоматизація та приладобудування»

**Шифр та назва спеціальності:** 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

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

**Команда викладачів:**

**Лектор, викладач лабораторних занять:**

Сосунов Олександр Олексійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри

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

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

**Веб-сторінка курсу:** <http://do.kart.edu.ua/>

**Додаткові інформаційні матеріали:** [Repository of academic texts of the Ukrainian State University of Railway Transport](#)

Предметом вивчення дисципліни «Системний аналіз складних систем управління» являються найбільш важливі розділи системного аналізу та теорії систем, а також їх принципів аналізу, розвитку, побудови та моделювання.

Ця дисципліна надає можливість встановити роль системного аналізу в визначенні закономірностей розвитку систем, побудови та функціонування.

Дисципліна САССУ є важливою ланкою у фаховій підготовці бакалавра, тому що вона пов'язана з необхідністю переведення освіти у вищих навчальних закладах з площини: знань, умінь та навичок в площину: знань, умінь, навичок та розумінь. Настав час акцентувати не тільки на тому щоб знати, а й на тому, щоби розумітися, а розуміючи ( вміло застосовувати). Таке переведення можливо лише за надання студенту такого методологічного підходу, який дозволив би проводити аналіз навколишнього середовища з єдиних позицій ( позицій системного підходу).

### **Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів.**

#### **Інтегральна компетентність**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

#### **Загальна компетентність**

ЗК01. Здатність застосування знання у практичних ситуаціях.

ЗК 02. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК07. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК08. Здатність працювати в команді.

ЗК09. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінність громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

#### **Спільні спеціальні (фахові, предметні) компетентності**

К11. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації.

К13. 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.

К14. 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.

К15. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

К16. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування

багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

K17. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

K19. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

K20. Здатність враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень.

K21. Врахування комерційного та економічного контексту при проектуванні систем автоматизації.

## **Програмні результати навчання**

ПР04. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПР05. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПР06. 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.

ПР08. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПР010. Вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем управління на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

ПР012. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

## **Чому ви маєте обрати цей курс?**

Оскільки, важливою складовою сприйняття сучасного світу є системний підхід. Тому, курс дає уявлення про:

- про тенденції, шляхи та перспективи розвитку складних систем управління;
- про перспективні методи дослідження складних систем управління;
- сучасні системи управління, які являються складними, багатовимірними, характеризуються невизначеністю, розподіленістю як у часі, так і у просторі та значним впливом зовнішнього середовища, все це утрудняє прийняття своєчасного та коректного рішення;
- зростаючі об'єми неоднорідної (гетерогенної) інформації, які необхідно аналізувати сучасному спеціалісту. Згідно зі зміною зовнішніх впливів повинні змінюватися і системні вимоги до структури і функцій складних систем управління, а також вироблятися методи прийняття рішень.

Розуміння цих уявлень, сприятиме здобувачу бачення сучасного світу та усіх тих процесів, що спостерігаються у ньому, з позицій системного підходу.

Викладачі кафедри будуть готові надати будь-яку допомогу з деяких найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті, або особисто – у робочий час.

## Огляд курсу

Цей курс вивчається з вересня по грудень навчального року.

Курс САССУ базується на знаннях, отриманих при вивченні фундаментальних, загально-інженерних та професійно-орієнтованих дисциплін бакалавра: вищої математики, філософії, фізики, теорії електричних та магнітних кіл, обчислювальної техніки, електроніки і мікросхемотехніки, теорії автоматичного управління.

Дисципліна САССУ є базовою для подальшого вивчення ряду дисциплін у галузі залізничної автоматики (ЗА): системи автоматики на перегонах, станційні системи автоматики, спеціальні вимірювання та технічна діагностика у пристроях залізничної автоматики, диспетчерські системи керування першого бакалаврського та другого (магістерського) ступенів освіти, здачі державних іспитів або виконання дипломного проектування за тематикою побудови станційних систем автоматики та захисту проекту у ДЕК.

Основною метою дисципліни є підготовка студентів для творчої участі у проведенні аналізу складних систем управління, використанні методів декомпозиції, встановленні цілей та функцій досліджуваних систем.

Основними завданнями вивчення дисципліни САССУ є освоєння та засвоєння теоретичних знань та практичних навичок:

- про систему і системний аналіз;
- про особливість технічних і ергатичних систем та про особливості використання системного підходу, про декомпозицію систем та властивості систем;
- використання придбаних знань при наданні загальної характеристики системи, її аналітичному описі, при описі взаємодії системи з зовнішнім середовищем, створенні структури системи, проведенні її декомпозиції, аналізу системи та її внутрішніх зв'язків, визначенні властивостей системи на макро- та мікрорівні.

Згідно з вимогами освітнього рівня бакалавр студенти повинні:

Знати:

- поняття про систему і системний аналіз;
  - сутність і особливість технічних і ергатичних систем;
  - особливості використання системного підходу;
  - поняття про декомпозицію систем, властивості систем;
  - основи аналізу систем, математичне забезпечення систем.

Уміти – використовувати придбані знання при наданні загальної характеристики системи, аналітичному описі системи, описі взаємодії системи з зовнішнім середовищем, створенні структури системи, проведенні її декомпозиції, аналізі системи та її внутрішніх зв'язків, визначенні властивостей системи на макро- та мікрорівні.

Курс передбачає одну лекцію на тиждень, одне лабораторне заняття на два тижні. Курс супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями, груповими та індивідуальними завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати завдання протягом обговорень в аудиторії та у процесі виконання лабораторних робіт з використанням засобів обчислювальної техніки.

### Системний аналіз складних систем управління/ схема курсу

<b>Поміркуй</b>	Лекції
	Запрошені лектори
	Довідковий матеріал
	Презентації

	Обговорення в аудиторії	<b>Виконай</b>
	Групові завдання	
	Індивідуальні консультації	
	Онлайн форум (з фахівцями УЗ)	
	Іспит	

У процесі виконання лабораторних занять студенти вивчають та проводять дослідження виду, складу, структури системи та признаку цілісності системи; життєвого циклу системи; закономірностей системи; моделювання систем сітками Петрі.

Виконання індивідуальних завдань сприяє відновленню та закріпленню знань і навичок, набутих при вивченні суміжних дисциплін, що доповнюють теми курсу; формує у студента інформаційну та комунікативну компетентності.

### Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<http://kart.edu.ua/mat-po-fak-ua/mat-fak-meh-ua> дати посилання на сайт з матеріалами дисципліни), включаючи навчальний план, лекційні матеріали, презентації, завдання та правила оцінювання курсу)

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «дистанційне навчання» поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати підчас підготовки для обговорення в аудиторії. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку наступної лекції. Підчас обговорення ми запропонуємо вам критично поміркувати над тим, як використовуються енергоресурси в Україні та світі та як пристосувати альтернативні на відновлювальні джерела електричної енергії до потреб залізничного транспорту. Ви повинні бути готовими до дискусій та мозкових штурмів – ми хочемо знати, що ви думаєте!

### Теми

Тема 1. Предмет, мета і задачі вивчення дисципліни СА ССУ. Характеристика системного підходу.

Тема 2. Поняття, що характеризують функціонування систем.

Тема 3. Складність систем.

Тема 4. Закономірності систем. Характеристика закономірностей систем. Теорема Ешбі.

Тема 5. Методи дослідження систем. Метод структурної уяви про систему.

Тема 6. Види представлення структур системи.

Тема 7. Множини. Канторівське поняття множини. Опис множин. Класи множин. Діаграми Венна.

Тема 8. Операції над множинами. Операції над множинами: об'єднання, перетину, віднімання. Закони алгебри множин.

Тема 9. Використання теоретико-множинного підходу до опису умов безпечного функціонування систем управління.

Тема 10. Характеристика методів системного аналізу.

Тема 11. Розроблення методик системного аналізу.

Тема 12. Багаторівневі ієрархічні структури.

Тема 13. Оптимізація структури ССУ. Оптимізація структури ССУ. Уявлення про систему від ідеї до розробки та впровадження.

Тема 14. Моделювання систем.

Тема 15. Проблема прийняття рішень.

Тема 16. Координація в ССУ. Інформаційні характеристики в ССУ.

## Інформаційний обсяг курсу

Тиждень	Кіл. год.	Тема лекцій	Кіл. год.	Тема практичних (ПР) та лабораторних (ЛР) занять
1	2	3	4	5
1	2	Вступ. Предмет, мета і задачі вивчення дисципліни СА ССУ. Характеристика системного аналізу складних систем управління. Поняття, що характеризують функціонування систем.	2	ЛР-1. Інструктаж з техніки безпеки. Дослідження виду, складу, структури системи та признаку цілісності системи.
2	2	Види представлення структур системи.		
3	2	Закономірності систем.	2	ЛР-2. Дослідження ЖЦ ТС.
4	2	Характеристика закономірностей систем. Теорема Ешбі.		
5	2	Складність систем. Характеристика систем по ступеню їх організованості.	2	ЛР-3. Дослідження закономірностей системи.
6		Багаторівневі ієрархічні структури. Координація в ССУ. Декомпозиція систем.		
7	2	Канторівське поняття множини. Опис множин. Класи множин. Діаграми Венна.	2	ЛР-4. Дослідження закономірностей системи. Теорема Ешбі.
8	2	Операції над множинами: об'єднання, перетину, віднімання. Закони алгебри множин.		
9	2	Використання теоретико-множинного підходу до опису умов безпечного функціонування систем управління.	2	ЛР-5. Аналітичний опис системи з позицій теоретико-множинного підходу.
10	2	Характеристика методів системного аналізу.		
11	2	Порівняльна характеристика методів системного аналізу.	2	ЛР-6. Опис таблиць „ворожості” маршрутів.
12	2	Моделювання систем. Класифікація методів моделювання систем. Вибір методу моделювання. Шкала методів моделювання. Обґрунтування моделі функціонування складних систем.		
13	2	Координація в ССУ. Координація в ССУ. Декомпозиція систем. Принципи координації. Стратегія координації. Принципи узгодженості та прогнозування.	2	ЛР-7. Моделювання систем сітками Петрі.
14	2	Інформаційні характеристики в ССУ. Ентропія і сутність теорії І. Пригожина.	2	Підсумкові заняття за циклом лабораторних робіт.
15		Ентропійні і об'єктивні загальносистемні закономірності функціонування технічних, природних та соціальних систем.		

## Оцінювання результатів навчання

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

Згідно з Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Навчальна дисципліна вивчається протягом одного семестру за двома навчальними модулями і має чотири змістових модуля, які охоплюють матеріал усіх тем.

Принцип формування оцінки за модуль у складі залікових кредитів I і II за 100-бальною шкалою показано у таблиці, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження.

Максимальна кількість балів за модуль		
поточний контроль	модульний контроль (тестування)	сума балів за модуль
до 60	до 40	до 100
Поточний контроль		5 семестр
Поточна аудиторна робота на лекціях		до 15
Відпрацювання та здача в строк лабораторних робіт		до 30
Виконання індивідуального завдання		до 15
Підсумок		до 60

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали (відмінно – 5, добре – 4, задовільно – 3, незадовільно – 2) та шкали ECTS (A, B, C, D, E, FX, F).

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
Відмінно – 5	<b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
Добре – 4	<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
Задовільно – 3	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
Незадовільно – 2	<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

### 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/>

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

#### **Основна**

1. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. -М.: Мысль, 1978. -272 с.
2. Садовский В.Н. Основания общей теории систем: Логико -методологический анализ. -М.: Наука, 1974. -279 с.
3. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи / В.Н. Волкова, В.А. Воронков, А.А.Денисов и др. -М.: Радио и связь, 1983.-248 с.
4. Бертуланфи Л. фон. История и статус общей теории систем// Системные исследования: Ежегодник, 1972. -М.: Наука, 1973. - с.20-37.
5. Месарович М., Такахара И. Общая теория систем: математические основы. - М.: Мир, 1978. -311 с.
6. Холл А. Опыт методологии для системотехники. М.: Сов. радио, 1975.-448с.
7. Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой. -М.: Экономика, 1975.-191 с.
8. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. -М.: Мир, 1973. -344 с.
9. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. - М.: ИЛ, 1959. -432 с.
10. Шнейдер Ю.А. Логика знаковых систем. - М.: Знание, 1974. -43с.
11. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: Учебное пособие. - М.: Высш. Школа, 1989. - 367 с.
12. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа. М.: Радио и связь, 1982. - 184 с.
13. Одрин В.М., Картавое С.С. Морфологический анализ систем. -Киев: Наукова думка, 1977. - 147 с.
14. Оптнер С. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. - М.: Сов. радио, 1969. - 216 с.
15. Квейд Э. Анализ сложных систем. - М.: Сов. радио, 1969. – 520с.
16. Янг С. Системное управление организацией. - М.: Сов. радио, 1972.-455 с.

#### **Додаткова**

1. Періодична науково-технічна література по системному аналізу.  
Інформаційні ресурси  
1 НТБ УкрДАЗТ (Харків, пл. Феєрбаха, 7).  
2 Медіатека УкрДАЗТ (Харків, пл. Феєрбаха, 7).  
3 ХДНБ ім. В.Г. Короленка (Харків, пров. Короленка 18).  
4 Харківський ЦНТЕІ (Харків, просп. Гагаріна, 4).  
5 Internet-ресурс, матеріали на сайті УкрДУЗТ.