

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 КЕРУВАННЯ**

**Семестр та рік навчання:** 4 семестр 2 року навчання

**За освітньою програмою:** «Організація контролю систем керування рухом поїздів»

**Освітній рівень:** перший (бакалаврський)

**Галузь знань:** 27 «Транспорт»

**Шифр та назва спеціальності:** 273 «Залізничний транспорт»

**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 керування» (САССК) є 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 САССК 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 розуміння. 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 спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності у галузі організації контролю та автоматизації систем керування рухом поїздів із застосуванням положень, теорій та методів природничих, технічних, інформаційних та соціально-економічних наук, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов функціонування об'єктів залізничного транспорту та метрополітену.

#### **Загальні компетентності**

ЗК1	Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
ЗК3	Навики використання інформаційних і комунікаційних технологій
ЗК4	Здатність проведення досліджень на відповідному рівні
ЗК6	Прагнення до збереження навколишнього середовища
ЗК8	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
ЗК11	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, здатність застосовувати знання у практичних
ЗК13	Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

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

ФК1	Дотримання у професійній діяльності вимог нормативно-правових, законодавчих актів України, Правил технічної експлуатації залізниць України, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів залізничного транспорту, що є предметом вивчення освітньої програми "Організація контролю систем керування рухом поїздів" (ОП ОК СКРП)
ФК2	Здатність розрізняти об'єкти залізничного транспорту та їх складові, зокрема систем керування рухом поїздів, визначати вимоги до їхньої конструкції, параметрів та характеристик
ФК7	Здатність аналізувати технологічні процеси виробництва й ремонту об'єктів залізничного транспорту як об'єкта управління, зокрема систем керування рухом поїздів, застосовувати експертні оцінки для вироблення управлінських рішень щодо подальшого функціонування підприємства з оцінкою якості його продукції
ФК13	Здатність аналізувати техніко-економічні та експлуатаційні показники об'єктів залізничного транспорту, що є предметом вивчення ОП ОК СКРП, їх систем та елементів з метою виявлення та усунення негативних чинників та підвищення ефективності виробничого процесу
ФК14	Здатність організувати власну роботу, підлеглих та підпорядкованих підрозділів відповідно до вимог охорони праці, техніки безпеки та протипожежної безпеки на об'єктах залізничного транспорту, зокрема систем керування рухом поїздів, при їх побудові, експлуатації та ремонті

## **Програмні результати навчання**

РН 12 Знати основні положення нормативно-правових та законодавчих актів України у сфері залізничного транспорту, Правил технічної експлуатації залізниць України, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування систем керування рухом поїздів як об'єктів залізничного транспорту.

РН 13 Ідентифікувати об'єкти залізничного транспорту, їх системи, елементи, характеристики та параметри, що є предметом вивчення ОП ОК СКРП.

РН 15 Знати основні технологічні операції, технологічне обладнання, технологічне оснащення, засоби автоматизації та механізації що використовуються в експлуатації, ремонті та обслуговуванні об'єктів залізничного транспорту, що є предметом вивчення ОП ОК СКРП.

РН 17 Знати особливості та вміти розробляти технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів залізничного транспорту, його систем та окремих елементів, що є предметом вивчення освітньої ОП ОК СКРП; складати плани розміщення обладнання, технічного оснащення та організації робочих місць, розраховувати завантаження обладнання та показники якості продукції.

РН 24 Вміти розрахувати техніко-економічні та експлуатаційні показники об'єктів залізничного транспорту, їх систем та елементів, зокрема систем керування рухом поїздів.

РН 29 Знати принципи і правила розроблення апаратно-технічних засобів систем керування рухом поїздів (мікропроцесорних об'єктних контролерів, модулів введення-виведення, пристроїв телеметрії), вміння застосовувати їх на практиці.

РН 31 Знати та вміти розслідувати транспортні події (аварій, катастроф, інцидентів, серйозних інцидентів тощо), включаючи дослідження архівної інформації засобів протоколювання функціонування систем керування рухом поїздів.

## **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 керування;
- 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**

Курс САССК базується на знаннях, отриманих при вивченні фундаментальних, загально-інженерних та професійно-орієнтованих дисциплін бакалавра: вищої математики, філософії, фізики, теорії ймовірностей, комп'ютерної техніки та технологій, електроніки і мікросхемотехніки, теорії автоматичного керування.

Дисципліна САССК є базовою для подальшого вивчення ряду дисциплін у галузі залізничної автоматики (ЗА): системи керування рухом поїздів на перегонах, системи керування рухом поїздів на станції, спеціальні вимірювання в системах керування рухом поїздів, технічна діагностика систем керування рухом поїздів, 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 кваліфікаційної роботи у ДЕК.

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

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

- про систему і системний аналіз;

– про особливості 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 мікрорівнях.

Згідно з вимогами освітнього рівня бакалавр студенти повинні:

Знати:

поняття про систему і системний аналіз;

– сутність і особливості 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, аналізу системи та її внутрішніх зв'язків, визначенні властивостей системи на макро- та мікрорівнях.

Курс передбачає одну лекцію на тиждень, одне практичне 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 проведення практичних занять з використанням засобів обчислювальної техніки.

### Системний аналіз складних систем керування/ схема курсу

<b>Поміркуй</b>	Лекції	<b>Виконай</b>
	Запрошені лектори	
	Довідковий матеріал	
	Презентації	
	Обговорення в аудиторії	
	Групові завдання	
	Індивідуальні консультації	
	Онлайн форум (з фахівцями	
	УЗ)	
Залік		

У процесі проведення 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, включаючи лекційні матеріали, презентації, завдання та правила оцінювання курсу.

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «дистанційне навчання» (<http://do.kart.edu.ua/>) поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати під час підготовки для обговорення в аудиторії. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку наступної лекції. Під час 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 ССК. 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 ССК. Уявлення про систему від ідеї до розробки та впровадження.

Тема 14. Моделювання систем.

Тема 15. Проблема прийняття рішень.

Тема 16. Координація в ССК. Інформаційні характеристики в ССК.

## Інформаційний обсяг курсу

Тиждень	Кіл. год.	Тема лекцій	Кіл. год.	Тема практичних (ПЗ) та лабораторних (ЛЗ) занять
1	2	3	4	5
1	2	Вступ. Предмет, мета і задачі вивчення дисципліни СА ССК. Характеристика системного аналізу складних систем управління. Поняття, що характеризують функціонування систем.	2	ПЗ-1. Дослідження виду, складу, структури системи та признаку цілісності системи.
2	2	Види представлення структур системи.		
3	2	Закономірності систем.	2	ПЗ-2. Дослідження ЖЦ ТС.
4	2	Характеристика закономірностей систем. Теорема Ешбі.		
5	2	Складність систем. Характеристика систем по ступеню їх організованості.	2	ПЗ-3. Дослідження закономірностей системи.
6		Багаторівневі ієрархічні структури. Координація в ССК. Декомпозиція систем.		
7	2	Канторівське поняття множини. Опис множин. Класи множин. Діаграми Венна.	2	ПЗ-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	ПЗ-5. Аналітичний опис системи з позицій теоретико-множинного підходу.
10	2	Характеристика методів системного аналізу.		
11	2	Порівняльна характеристика методів системного аналізу.	2	ПЗ-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.	ПЗ-7. Моделювання систем сітками Петрі.
14	2	Інформаційні характеристики в ССУ. Ентропія і сутність теорії І. Пригожина.	Підсумкові заняття за циклом практичних занять.
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 І 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 задач на практичних заняттях		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. Берталанфи 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.