

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності ДСНС України

Кафедра прикладної математики і механіки

ТЕМА 1. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ЙОГО ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ. ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛЕКЦІЙНОГО ЗАНЯТТЯ З КУРСАНТАМИ ТА СТУДЕНТАМИ 2 КУРСУ З ДИСЦИПЛІНИ СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Мета лекції:

Навчальна: вивчити основні поняття системного аналізу.

Виховна: виховання свідомого ставлення до вивчення предмету системний аналіз та теорія прийняття рішень, самостійності, відповідальності та організованості при підготовці до занять.

Розвиткова: розвиток логічного та абстрактного мислення, розвиток просторової уяви.

План

ТЕМА 1. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА ЙОГО ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ.	1
1. Основи системного аналізу.....	2
2. Моделювання систем.....	6
3. Оперативно-рятувальна служба цивільного захисту як приклад складної системи.	8
Контрольні запитання.....	9
Завдання на самопідготовку:	9

Література

1. *Аришинова О.І., Шевченко А.В.* Системний аналіз. Навч. посібник. – К.: НАУ, 2008. – 128 с.
2. *Роїк О.М., Шиян А.А., Нікіфорова Л.О.* Системний аналіз. Навч. посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 83 с.
3. *Кузик А.Д.* Основи системного аналізу. – Львів: ЛДУ БЖД, 2005. – 100 с.

Час проведення: 2 години.

Місце проведення: лекційний зал.

Забезпечення заняття: мультимедіа.

1. Основи системного аналізу.

Перейшовши у нове тисячоліття, досягнувши небаченого прогресу в технічному розвитку, людство, на жаль не позбулося проблем, які відбуваються протягом всієї його історії: пожеж, стихійних лих, катастроф природного та техногенного характеру. Так, за рік на Землі відбувається близько 100 тисяч гроз, 10 тис. повеней, тисячі землетрусів, оповзнів, ураганів та тайфунів, сотні вивержень вулканів, 6 млн. пожеж, мільйони транспортних пригод, сотні катастроф кораблів, десятки авіакатастроф, тисячі великих аварій та вибухів, ряд яких носять антропогенний характер. Величезна кількість жертв виникає при цих катастрофах (Табл. 1.1).

Найменування стихійних лих та катастроф	Кількість жертв, чол.
Дорожньо-транспортні пригоди	250 000
Пожежі	65 000
Циклони, тайфуни	40 000
Землетруси	15 000
Повені	10 000
Морські катастрофи	4 000
Авіакатастрофи	1 500
Грози	1 000
Лавини, оповзні	1 000
Цунамі	800
Раптові спека та холод	500
Виверження вулканів	300
Дощі	100

Табл. 1.1. Середня кількість жертв стихійних лих і катастроф за рік (середні дані за останнє десятиліття)

Не минають катастрофи жодну з держав. В Україні ще довго пам'ятатимуть такі катастрофи, як Чорнобильська, повінь у Закарпатті, трагедія на Сквиливському аеродромі та багато інших. Тому перед відповідними службами різних країн стоїть завдання попереджувати виникнення катастроф, а у випадку їх виникнення – успішно ліквідувати.

Сьогодні вже не можна обмежитися наявністю лише пожежної служби, яка відома

ще з часів Стародавнього Китаю та Стародавнього Риму. Людство все більше стикається з катастрофами, не знаними раніше: хімічними, ядерними, біологічними, транспортними та ін. Велику загрозу становить тероризм. Щоб завжди вчасно прийти на допомогу потрібно створити єдину систему оперативного реагування на надзвичайні ситуації як у місцевому, так і в регіональному та національному масштабах. В Україні створено таку службу – *оперативно-рятувальну службу цивільного захисту*. Проте після її виникнення з'явилася необхідність ефективно керувати цією службою, організувати її на місцевому рівні. І без наукового підходу, який базується на методах системного аналізу та математичного моделювання, процес ефективного функціонування служби цивільного захисту неможливий. Досвід останніх років довів, що неефективне використання сучасного обладнання або повна відмова від використання досягнень науки в області підготовки, зв'язку, автоматизації, керування та інших областях ведуть до численних втрат особового складу і техніки, неможливості виконання бойових задач у короткі терміни.

Одним із найбільш гострих у даний час протиріч є протиріччя між необхідністю підвищення динамічності керування і ведення дій по ліквідації надзвичайних ситуацій з однієї сторони і зростаючого обсягу інформації в системах керування – з іншої. Неврахування важливості розв'язання даного протиріччя веде до зниження ефективності керування і бойових можливостей служби цивільного захисту. Усунути це протиріччя можна шляхом застосування найновіших технічних досягнень фахівцями високої кваліфікації на основі наукового підходу.

В останні десятиріччя в науці виникла нова тенденція до вивчення складних предметів, явищ та процесів на основі розгляду їх в цілому, у взаємозв'язку та взаємовпливі. Ця тенденція одержала назву системного підходу. В деяких науках систематизація існує вже давно. Так, у хімії відома періодична система елементів, яка дає змогу пояснити практично всі хімічні процеси та явища з точки зору цієї системи. Системний підхід також розглядається як методологія досліджень, що базується на загальній теорії систем.

Системою будемо називати цілісну множину об'єктів, пов'язаних між собою певними відносинами, спільна діяльність яких спрямована на виконання всією системою деякої функції (досягнення мети).

Структурою системи називають її незмінну частину при різноманітних змінах

станів, поведінки системи, удосконалення операцій.

Зовнішнім середовищем називають множину об'єктів, які не входять в систему, проте впливають на неї. Зовнішнім середовищем можна вважати частину системи вищого рівня.

Системи можуть бути *відкриті* та *замкнені* в залежності від впливу на них зовнішнього середовища. На відкриту систему вплив останнього значний, на замкнуту впливають лише внутрішні взаємодії.

Системи можна охарактеризувати за зміною станів як *статичні* та *динамічні*. Статична система має лише один стан. Динамічна система може перебувати у багатьох станах, переходячи з часом від одного до іншого. В реальному житті ми стикаємося переважно з динамічними системами.

Системи також бувають *прості* та *складні*. *Простою* називають систему, яку можна розглядати без розбиття на складові частини. Це переважно невелика система. А велику систему важко дослідити без розбиття на менші частини, після якого дослідження кожної з частин можна проводити незалежно.

Проте, існують системи, які не можна розділити на складові для дослідження, оскільки у них досить значний взаємовплив складових частин. Такі системи називають *складними*.

Складна система має такі ознаки:

- велика кількість взаємопов'язаних елементів та підсистем; складність функцій, що виконуються системою і спрямовані на досягнення мети її функціонування;
- багатомірність системи, що зумовлена наявністю великої кількості зв'язків між підсистемами;
- взаємодія з зовнішнім середовищем і функціонування в умовах впливу випадкових факторів;
- наявність великої кількості критеріїв оцінки якості функціонування складної системи та її підсистем;
- різноманітність структури складної системи, що зумовлена як різноманітністю структур її підсистем, так і різноманітністю структур об'єднання підсистем в єдину систему;
- наявність управління з ієрархічною структурою, а також інформаційної мережі та

інтенсивних інформаційних потоків; різноманітність фізичної природи підсистем;

- велика розмірність та складність моделі системи, що зумовлена необхідністю використання для її дослідження сучасних математичних методів декомпозиції, макромодельовання, імітаційного моделювання.

Деякі складні системи мають здатність самоорганізовуватися (керувати собою). Такі системи називають *кібернетичними*. Причому, ці системи можуть бути різноманітними за будовою. Прикладами таких систем є *технічні* (автоматична установка пожежогасіння), *організаційні* (людино-машинні системи).

На основі системних підходів і виник системний аналіз.

Системним аналізом називають сукупність певних методів та прийомів, що використовуються для дослідження складних систем та їх вдосконалення.

Основними *рисами* системного аналізу є такі:

- ✓ Системний аналіз пов'язаний з ухваленням оптимального рішення з багатьох можливих альтернатив. Кожна альтернатива оцінюється з позиції тривалої перспективи.
- ✓ Системний аналіз розглядається як методологія поглибленого з'ясування (розуміння) і впорядкування (структуризації) проблеми.
- ✓ У системному аналізі здійснюється акцент на розробленні нових принципів наукового мислення, що враховують взаємозв'язок цілого і суперечливі тенденції.
- ✓ Системний аналіз застосовується, у першу чергу, для вирішення стратегічних проблем.

Отже, *системний аналіз* – науковий метод пізнання, який являє собою послідовність дій з установлення структурних зв'язків між змінними чи елементами досліджуваної системи, спираючись на комплекс загальнонаукових, експериментальних, природничо-наукових, статистичних, математичних методів.

Цінність системного підходу полягає в тому, що розгляд категорій системного аналізу створює основу для логічного і послідовного підходу до *проблеми ухвалення рішень*. Ефективність вирішення проблем за допомогою системного аналізу визначається структурою вирішуваних проблем.

2. Моделювання систем.

Вивчення складної системи в реальному масштабі – завдання надзвичайно трудомістке через велику кількість об'єктів, що входять до неї та значне переплетення взаємозв'язків між об'єктами. Тому на практиці застосовують деякі методи, що спрощують дослідження. Одним із таких методів вивчення складних систем є *моделювання*.

Під *моделлю* ми розуміємо спеціально створений об'єкт, якому властиві певні характеристики реального об'єкта з метою його вивчення.

Моделювання – це вивчення системи на її моделі. Такий метод дослідження – досить ефективний, оскільки дає змогу виявити, обґрунтувати та проаналізувати істотні параметри даного об'єкта (властивості, взаємозв'язки, структурні та функціональні параметри). Методи моделювання застосовують не лише в техніці, де моделлю є зменшена копія (макет), а і в суспільних, економічних та інших науках.

Розглянемо основні види моделей (Рис. 1.1).

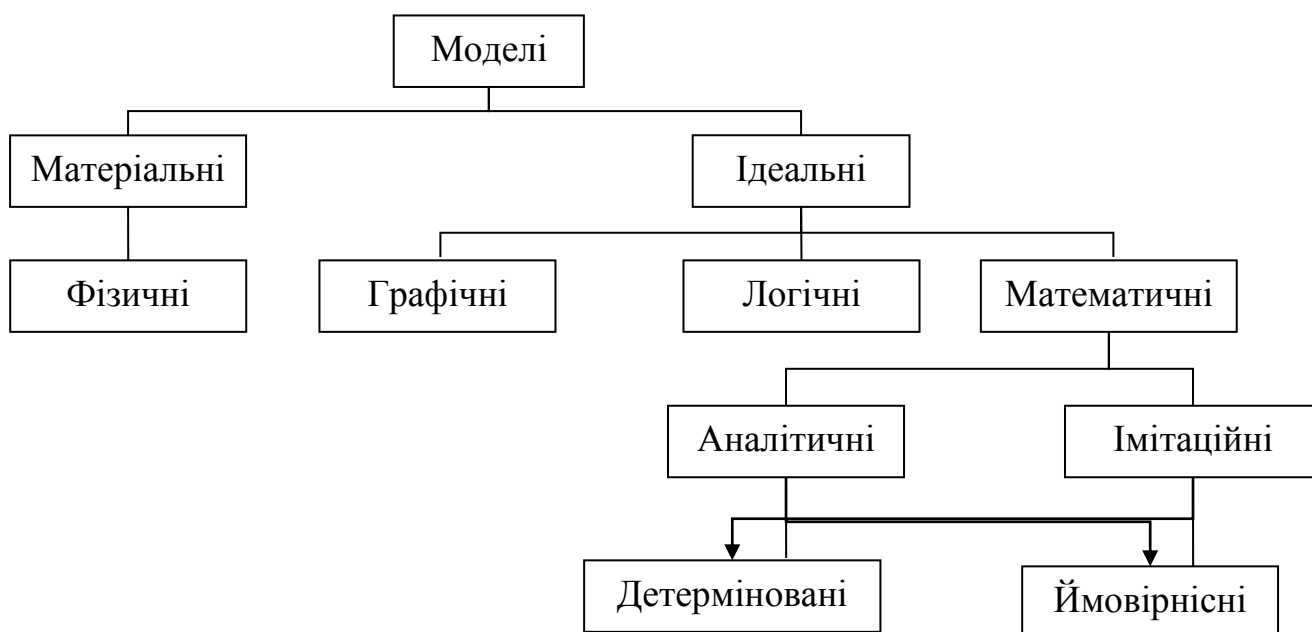


Рис. 1.1 Класифікація моделей

Фізичні моделі застосовуються з метою вивчення систем при зменшенні масштабів та коштів порівняно з системою. Вони мають ту ж фізичну природу, що і реальна система.

Ідеальні моделі важливі тим, що для них не потрібно матеріального втілення: вони можуть існувати у вигляді графічних, логічних чи математичних об'єктів. Найбільший інтерес становлять математичні моделі, які найчастіше бувають *аналітичні* та

імітаційні.

Аналітичні моделі описуються з допомогою функцій, диференціальних чи інтегральних рівнянь, операторів. З цих моделей шляхом знаходження розв'язків та інших методів можна одержати дані про систему та оптимізувати її функціонування.

Імітаційні моделі – це алгоритми та комп'ютерні програми, які описують функціонування системи. На основі імітаційних моделей, як і аналітичних, можна проводити комп'ютерні експерименти, оптимізувати роботу системи. Іноді вдається побудувати як аналітичну, так і імітаційну модель, які дають однакові (в межах допустимої похибки) результати, хоча природа цих видів моделей різна.

Як аналітичні, так і імітаційні моделі поділяються на *детерміновані* і *стохастичні*. **Детерміновані** моделі описують однозначно визначені процеси, які можна повністю передбачити, **стохастичні** – процеси випадкові, які не можна абсолютно точно передбачити. Останні використовуються при статистичних дослідженнях.

Для побудови математичної моделі використовують наступний підхід, який можна зобразити у вигляді блок-схеми (Рис. 1.2). Такі схеми розглядалися при вивченні інформатики, тому детально зупинятися на принципі роботи не будемо.



Рис. 1.2 Побудова математичної моделі

3. Оперативно-рятувальна служба цивільного захисту як приклад складної системи.

Як вже зазначалося, під системою, яку можна досліджувати, розуміють не тільки технологічну систему, але і економічну, суспільну та інші. Тому розглянемо оперативно-рятувальну службу цивільного захисту як систему, придатну для моделювання. Її структура, відома і є ієрархічною та централізованою. Між окремими складовими частинами (пожежно-рятувальними частинами, головними управліннями та управліннями з питань надзвичайних ситуацій в областях і Міністерством України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, добровільними формуваннями, тощо) встановлені взаємозв'язки, строго обумовлені законами, та іншими підзаконними актами. Створена

єдина мережа обміну даними між центральним керівництвом та областями, між областями та підрозділами, використовуються прямі канали зв'язку для керування та взаємодії. У кожному місті організовано диспетчерську службу з метою координації оперативних дій працівників цивільного захисту.

Взагалі кажучи, оперативно-рятувальній службі цивільного захисту притаманні всі властивості складної системи.

Структура оперативно-рятувальної служби цивільного захисту розроблена таким чином, щоб розв'язувати всі завдання, покладені на неї у відведені терміни. Проте, у зв'язку із зростом небезпеки виникнення пожеж та інших надзвичайних ситуацій, можуть вноситися коригування в діяльність служби, які потрібно обґрунтовувати, прогнозуючи виникнення надзвичайних ситуацій та дії підрозділів у таких випадках, проводячи аналіз діяльності за пройдений період, створюючи математичні моделі та застосовуючи методи системного аналізу.

Застосування методів системного аналізу дає змогу проводити дослідження структури оперативно-рятувальної служби цивільного захисту, вносити корективи в її функціонування, віднаходити проблемні ситуації і, нарешті, ефективно керувати її діяльністю.

Контрольні запитання

1. Що таке система?
2. Як взаємодіє система з навколишнім середовищем?
3. Які системи є простими, а які складними? Наведіть приклади.
4. Які ознаки складної системи?
5. Що таке системний аналіз?
6. Що таке модель?
7. Які є види моделей? Охарактеризуйте кожен з них.
8. Які етапи побудови математичної моделі?
9. Чому оперативно-рятувальна служба цивільного захисту може розглядатися як складна система?

Завдання на самопідготовку:

1. Віртуальний університет ЛДУ БЖД [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://virt.ldubgd.edu.ua/>

2. Системний аналіз та теорія прийняття рішень [Електронний ресурс] / Чмир
Оксана Юріївна. — Режим доступу:
<http://virt.ldubgd.edu.ua/course/view.php?id=1765>

Доцент
кафедри прикладної математики і механіки

Оксана Чмир

Лекція обговорена на засіданні
кафедри прикладної математики і механіки
Протокол № від “___” _____ 20__ р.