

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять

з навчальної дисципліни «Теорія систем та системотехніка»
для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю
«Інформаційно-вимірювальні технології»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол №3 від 12.10.2023 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2024

Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Теорія систем та системотехніка» для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю «Інформаційно-вимірювальні технології» / уклад.: Ю.О. Смолін, І.В. Григоренко – Харків : НТУ «ХПІ», 2024. – 36 с.

Укладачі: Ю.О. Смолін

І.В.Григоренко

Рецензент Ю.О. Плеснецов

Кафедра комп'ютерних та радіоелектронних систем
контролю та діагностики

ЗМІСТ

Вступ	4
Практичне заняття № 1. Складові загальної теорії систем.....	5
Практичне заняття №2. Визначення ієрархії підсистем складної системи та її поведінки математичними методами.....	13
Практичне заняття №3. Класифікація систем за основними ознаками	20
Практичне заняття №4. Побудова моделей технічних систем.....	27
Список літератури.....	35

ВСТУП

Сучасні фахівці в усіх галузях техніки повинні володіти спеціально-науковими і логіко-методологічними концепціями дослідження об'єктів, які є системами. Саме цим питанням і призначена дисципліна «Теорія систем і системотехніка».

Практичні заняття призначені для закріплення теоретичних положень цієї дисципліни і, головне, отримання практичних навичок з визначення структури, станів, складових і зв'язків у сучасних інформаційно-вимірювальних системах, а також створенню їх моделей.

Метою проведення цих практичних занять є формування у студентів стійких знань загальних принципів створення та функціонування систем та їх складових в галузях метрології та вимірювальної техніки, таких як інформаційно-вимірювальні системи, комп'ютерні та радіоелектронні системи контролю та діагностики та ін.

За результатами практичних занять студенти повинні закріпити знання передумов і законів створення сучасних і перспективних систем вимірювання, контролю та діагностики, основних принципів й закономірностей поведінки та основних блоків та вузлів, що надходять до складу таких систем. Важливим моментом при цьому є оволодіння навичками і вміннями побудови моделей технічних систем. Студенти повинні отримати нові знання передумов і законів створення сучасних і перспективних систем вимірювання, контролю та діагностики.

Практичне заняття №1
«СКЛАДОВІ ЗАГАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ СИСТЕМ»

1.1 Мета заняття

Розширення теоретичних знань з теорії систем и системного аналізу, та отримання практичних навичок з них за допомогою опису основних джерел системних уявлень.

1.2. Стислі теоретичні відомості

У даний час існують три системних поняття: «теорія систем», «системний аналіз», «системний підхід».

«Теорія систем» досліджує загальні властивості, які мають будь-які складні системи незалежно від їх природи (фізичної, біологічної, соціальної та ін.). Початок теорії систем покладено у працях О.О. Богданова, російського вченого медика і філософа та Людвіга фон Берталанфі, австрійського біолога-теоретика. Подальший розвиток теорія систем одержала в працях М. Месаровича, І. Такахарі, Р. Директора, Р. Рорера та ін.

«Системний аналіз» - це в основному прикладна наукова дисципліна, яка розробляє методи вирішення проблем, що виникають у складних системах. Це методологічна дисципліна, основними результатами якої є розробка і класифікація методів аналізу систем та вирішення проблеми.

«Системний підхід» – це поняття, яке полягає у тому, що для вирішення будь-якої проблеми треба підходити системно, тобто розглядати в цілому систему, в якій виникла дана проблема з урахуванням цілей та функцій системи, її структури, усіх зовнішніх та внутрішніх зв'язків.

Терміни «теорія систем» та «системний аналіз», незважаючи на період десятків років їх використання, все ще не знайшли загальноприйнятого, стандартного тлумачення.

При системному підході об'єкт дослідження представляється як система. Саме поняття система може бути віднесено до одного з методологічних

понять, оскільки розгляд об'єкта досліджується як система, або відмова від такого розгляду залежить від завдання дослідження та самого дослідника.

Існує багато визначень системи (декілька десятків). Поширені:

1. Система є комплексом елементів, що перебувають у взаємодії.
2. Система – це безліч об'єктів разом із відносинами цих об'єктів.
3. Система – безліч елементів що у відносинах чи зв'язках один з одним, що утворюють цілісність чи органічну єдність (тлумачний словник).

4. Система – це повний, цілісний набір елементів (компонентів), взаємопов'язаних та взаємодіючих між собою так, щоб могла реалізуватись функція системи.

Об'єктом пізнання є частина реального світу, яка виділяється та сприймається як єдине ціле протягом тривалого часу. Об'єкт може бути матеріальним та абстрактним, природним та штучним. Реально об'єкт має нескінченний набір властивостей різної природи.

Такі поняття і розуміння склалися історично у процесі розвитку системного світобачення

Слово «система» (гр. – ціле, складене з частин, організм, устрій, союз) походить із античної Греції.

Понад 2,5 тис. років тому стародавні філософи (Фалес, Анаксимандр, Анаксімен, пізніше і Геракліт, Емпедокл та ін.) започаткували наукове вчення про будову об'єктивного світу.

За узагальненням Емпедокла, всесвіт існує на основі взаємодії і взаємоперетворення матеріальних тіл: води (за Фалесом), землі, повітря (за Анаксіменом) і вогню (за Гераклітом) під впливом природних чинників.

Згідно з іонійською натуралістичною школою, всі форми речовини й вогню мали єдину матеріальну субстанцію, а якісні відмінності виникли внаслідок кількісних перетворень і густини цієї субстанції (вічний рух за Анаксимандром).

Згодом Аристотель, Демокріт, Платон та ін. сприймали складні тіла, процеси і міфи всесвіту як складені з різних систем (наприклад, атомів у тодішньому розумінні цього компонента системи).

Із розвитком астрономії була з'ясована геліоцентрична система ближнього космосу.

Далі розвиток системного світобачення пов'язаний із виникненням різних філософських переконань, теорій про структуру пізнання і можливості прогнозу (Ф. Бекон, Г. Гегель, І. Кант, Й. Фіхте та ін.).

Часи зародження основ системного аналізу – це найчастіше дослідження систем фізичного або філософського (гносеологічного) походження.

Постулат Аристотеля: «Важливість цілого вище важливості його складових» поступово був витіснений на актуальніший постулат Галілея: «Ціле пояснюється властивостями його складових».

У конкретному вигляді, науковий підхід до керування складними системами запропонував М. Ампер у праці «Дослідження філософії наук, або аналітичний виклад класифікації всіх людських знань» (1834 і 1843 рр.). Вчений уперше виокремив науку про керування державою під назвою «кібернетика».

Б. Трентовський уперше розробив наукові основи практичної діяльності керівника – «гібернета», кібернетика за сучасною лексикою («Ставлення філософії до кібернетики як до мистецтва керування народом»; 1843 р.).

Вивчення системності як самодостатнього предмета започатковане О. Богдановим, який видав тритомник «Загальна організаційна наука (тектологія)», 1911–1925 рр.). За О. Богдановим у суспільстві (і в біотичних системах) існує функціональна сторона, його прагнення швидко адаптуватися, і консервативна – це архітектурна схема організації.

Усвідомлення деяких нових аспектів поняття системності й особливо керування простежуємо в роботах Н. Вінера. Його праця «Кібернетика» (1948) визначає цю науку як «...науку про управління та зв'язок у тваринах і

машинах». Пізніше Н. Вінер почав аналізувати процеси в людському суспільстві з точки зору кібернетики.

Започаткування загальної теорії систем пов'язують з Л. фон Берталанфі, який в 20–30-і рр. ХХ сторіччя зайнявся питаннями системного підходу у вивченні фізіології організмів. Розвиваючи загальну точку зору на необхідність цілісного підходу в біології та фізіології, він пропагував системний підхід як універсальну концепцію, що об'єднує інтереси різноманітних наук.

У період 1962–1968 років цей вчений інтегрував у загальній теорії систем положення багатьох наук: кібернетики, теорії інформації, теорії рішень, топології, факторного аналізу, теорії множин, теорії мереж, теорії автоматів, теорії масового обслуговування, теорії графів.

Отже, впродовж ХІХ-ХХ ст. учені із різних наукових галузей сформулювали основні системні категорії, системотворні принципи й аксіоми, обґрунтували базові засади системності наукового знання.

В останній чверті ХХ сторіччя поряд з успіхами системного підходу з'явилися кризові тенденції. Такі методи у ряді випадків перестали відповідати потребам часу. Науковий і суспільний прогрес настільки прискорився, що від нововведень людське суспільство постійно перебуває у стані трансформування його підсистем – безперервного оновлення.

Знаковим етапом принципового оновлення системної методології стало висунення І. Пригожиним (лауреат Нобелівської премії 1977 р.) теорії дисипативних структур, концепції хаосу і перехідних процесів.

Вагомою віхою розуміння суті системності було висунення концепції синергетики Г. Хагена (1980) і принципу синергізму.

Тобто формування системних ідей відбувалося дуже повільно у процесі становлення людського нашого суспільства та культури. Системні ідеї, як і будь-яке явище природи та суспільства, пройшли кілька найважливіших етапів. З них можна виділити три основних.

Перший етап розпочався у давнину і завершився до початку ХХ ст. Це етап виникнення та розвитку системних ідей, які склалися у практичній та пізнавальній діяльності людей, шліфувалися філософією, носили розрізнений характер. Виникали та оформлялися окремі ідеї та поняття. Нерідко вони являли собою ненавмисні інтуїтивні відкриття тих чи інших видатних учених, філософів та мислителів.

Другий етап розгортається з початку минулого століття до його середини, коли відбувається теоретизація системних ідей, формування перших системних теорій, широке поширення системності у всі галузі знання, освоєння їх системними ідеями. Системність перетворюється на наукове знання про системи, оформляється як інструмент пізнавальної діяльності.

Третій етап характеризується тим, що відбувається перетворення системності на метод наукових досліджень, аналітичної діяльності. Він розгортається з другої половини 50-х років ХХ сторіччя і співпадає з початком науково-технічної революції, яка максимально використала системний метод для наукових відкриттів, здійснення технологічних розробок. Системність до кінця ХХ сторіччя стає загальним світоглядом, який використовують фахівці всіх галузей.

Нарешті, системологія (прикладний інженерний напрямок) перебуває під впливом техніки, моделювання, проектування та конструювання, тобто. технічної, біологічної, інформаційної та соціальної інженерії. Структура системології відображена на рис.1.1.

Важливу роль розвитку загальної теорії систем грають логіка, теорія множин, кібернетика та інші науки. Галузеві теорії систем розкривають специфіку систем різної природи. Йдеться про теорію фізичних, хімічних, біологічних, економічних, соціальних систем, що керуються відповідними галузями наук. Спеціальні теорії систем спрямовані на відображення окремих сторін, аспектів, зрізів, етапів. Вони під впливом відповідних теорій.

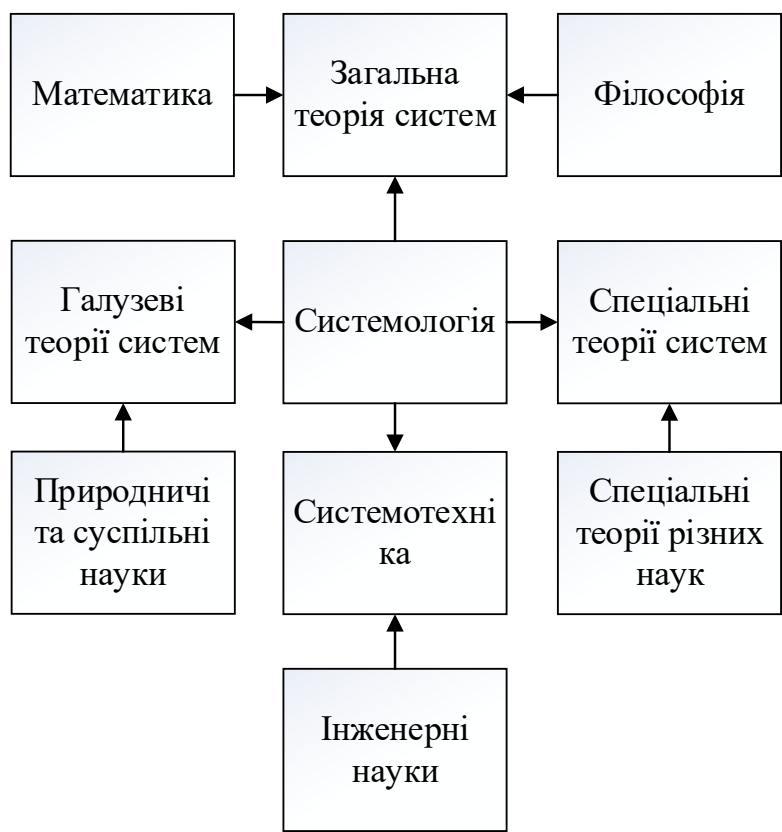


Рисунок 1.1 - Структура системології

Наприклад, теорія дисипативних систем, теорія перехідних систем, теорія еволюції систем, тощо.

1.3 Зміст заняття

- 1) Ознайомитися з розумінням системного світобачення, що склалися історично.
- 2) Усвідомити нові сучасні аспекти поняття системності.
- 3) Детально розглянути один з деяких аспектів поняття системності і відобразити своє розуміння його основних понять в своєму рефераті.

Тема реферату обирається за номером, згідно номеру студента у списку групи.

Теми рефератів:

1. Вклад Л. Берталанфі у загальну теорію систем.

2. Вчення А.А. Богданова.
3. Вклад академіка П.К. Анохіна (принцип зворотної аферентації та ін.).
4. Вклад М. І. Сетрова (принцип сумісності, принцип актуалізації функцій та ін.).
5. Вклад Ст. Біра (теорема про рекурсивних структурах, принцип зовнішнього доповнення та ін.).
6. Вклад Г. Спенсера (закон розбіжності або принцип ланцюгової реакції та ін.).
7. Вклад У.Р. Ешбі (закон досвіду, закон необхідної різноманітності та ін.).
8. Вклад Е.А. Сєдова (закон ієрархічних компенсацій та ін.).
9. Вклад І. Пригожина (теорія дисипативних структур, концепція хаосу і перехідних процесів).
10. Вклад Г. Хагена (концепція синергетики, принцип синергізму).

1.4 Методичні вказівки до виконання практичного заняття

Заняття розраховано на самостійний пошук матеріалу на основі літературних джерел, спираючись на ключові слова.

В рефераті необхідно розглянути деякі конкретні загальносистемні закономірності і принципи функціонування та розвитку складних систем.

При цьому необхідно відобразити такі моменти:

- історичні передумови до формулювання цього положення;
- суть принципу або закону;
- його вплив на розвиток системного світобачення.

Обсяг реферату не повинен перевищувати 3-х аркушів друкованого тексту.

1.5 Контрольні питання

1. Які соціальні та науково-методологічні передумови виникнення теорії систем?

2. Дайте характеристику основних етапів виникнення та розвитку теорії систем.
3. Який внесок у становлення системних ідей зробила філософія?
4. Дайте характеристику основних джерел системних уявлень.
5. Хто є основоположником загальної теорії систем? Які його основні ідеї?
6. Які етапи у своєму розвитку пройшла теорія систем?
7. Які функції системного підходу у суспільстві?
8. Чим різняться між собою системний підхід та системна теорія?
9. Дайте характеристику суспільства, як системи. Якими є його основні підсистеми?
10. Які основні специфічні ознаки суспільства як системи?
11. Назвіть вчених, які внесли суттєвий внесок в розвиток теорії систем.

«ВИЗНАЧЕННЯ ІЄРАРХІЇ ПІДСИСТЕМ СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ ТА ЇЇ ПОВЕДІНКИ МАТЕМАТИЧНИМИ МЕТОДАМИ»

2.1 Мета заняття

Мета роботи - отримати навички визначення рівня ієрархії підсистем, виходячи з декількох груп ознак.

2.2. Стислі теоретичні відомості

Одним з основних принципів системного підходу є принцип ієрархічності, тобто система розглядається як складна структура з різними рівнями, між якими встановлюються певні зв'язки.

На підставі цього поняття можна уявити структуру системи.

Структура систем – сукупність елементів системи і зв'язків між ними у вигляді множини.

Структура є статичною моделлю системи і характеризує тільки будову системи, не враховуючи безлічі властивостей (станів) її елементів

Зазвичай систему відображають шляхом розчленування на підсистеми, компоненти, елементи з взаємозв'язками, які можуть носити різний характер, і вводять поняття структури.

Одна і та ж система може бути представлена різними структурами в залежності від стадії пізнання об'єктів або процесів, від аспекту їх розгляду, мети створення. При цьому по мірі розвитку досліджень або в ході проектування структура системи може змінюватися.

Існують різні види структур. Однією з поширених є ієрархічна структура, в якій розрізняються принципи взаємовідносин елементів на різних рівнях, як це показано на рис.3.1.

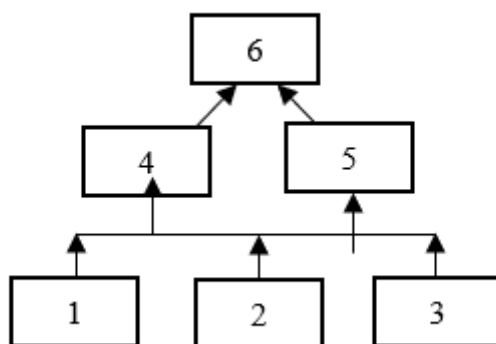


Рисунок 3.1 - Ієрархічна структура

Для визначення рівня ієрархії підсистем, при наявності декількох ознак, використовують також і математичні методи. Один з поширених методів визначення ієрархії підсистем складної системи засновується на розділі математики - алгебра логіки або булева алгебра.

У її основу покладено елементарне логічне висловлювання. Таким висловлюванням називається висловлювання, яке може бути лише істинним чи хибним.

Для спрощення дій елементарні висловлювання позначаються буквами, а істину та брехню логічними одиницями та нулем відповідно. Тоді прості елементарні висловлювання можна пов'язати між собою за допомогою логічних функцій і знаючи, як вони працюють, розраховувати їх.

Висловлювання - це твердження про яке можна сказати істинно воно чи хибно.

Логічна операція - це спосіб побудови складного висловлювання з даних висловлювань, у якому значення істинності складного висловлювання повністю визначається значеннями істинності вихідних висловлювань.

Найчастіше використовуються такі логічні операції:

- інверсія (заперечення, логічне НІ);
- кон'юнкція (логічне І);
- диз'юнкція (логічне АБО);
- імплікація (наслідування);

- еквівалентність (тотожність).

2.3 Зміст заняття

2.3.1 Задача 1

Система має в своєму складі 5 підсистем. Необхідно виділити підсистему вищого рівня ієрархії виходячи з декількох груп ознак.

Якщо розглядати за деякими ознаками 1-шу підсистему в якості вищої, то на тому ж рівні буде або 2-га, або 3-я підсистема.

Якщо розглядати за іншою групою ознак 2-гу підсистему в якості вищої, то на тому ж рівні буде і 3-я і 4-та підсистеми.

Якщо розглядати ще за одною групою ознак і обрати в якості вищої або 3-ю, або 4-ту підсистеми, то 5-та ніяк не може бути на вищому рівні.

Якщо розглядати систему ще за одною групою ознак, то 4-та підсистема ніяк не може бути на вищому рівні, а вищий ступень ієрархії може займати і 1-ша, і 6-та підсистеми одночасно.

Яка підсистема буде знаходитись на вищому ієрархічному рівні?

2.3.2 Задача 2

Система складається з 8-ми підсистем. Від наявності сигналів на їх виходах залежить стан і поведінка системи. Необхідно визначити, одночасна наявність на виходах яких підсистем забезпечить задану цілеспрямовану поведінку системи, при умовах:

- сигнал з виходу 1-ої підсистеми не впливає на досягнення мети, тобто відсутній, якщо існують сигнали на виході 2-ої або 3-ої підсистеми, або ж одночасно на виході і 4-ої і 5-ої;

- сигнал з виходу 4-ої підсистеми існує тільки при наявності сигналу на виході 5-ої підсистеми;

- сигнал на виході 5-ої підсистеми не існує, якщо є сигнал на виході 2-ї;

- сигнал на виході 6-ої підсистеми існує тільки при наявності сигналу на виході 7-ої;

- сигнал з виходу 8-ої підсистеми існує тільки при наявності сигналів з виходів 6-ої і 1-ої підсистеми;

- якщо не буде сигналу на виході 6-ої підсистеми, то на виході 8-ої підсистеми існує сигнал, що забороняє появу сигналу на виході 5-ої підсистеми;

- щоб отримати сигнал на виході 7-ої підсистеми, необхідна наявність сигналів з виходів або 4-ої, або 8-ої підсистеми;

- сигнал на виході 7-ої підсистеми відсутній коли є сигнали на виході 5-ої і відсутній на виході 1-ої підсистеми, або при наявності сигналів на виході 2-ої або 3-ої підсистем.

2.4 Методичні вказівки до виконання практичного заняття

Послідовність дій при вирішенні цих задач, тобто методику їх рішення, простіше за все пояснити на прикладі рішення однієї з логічних задач запропонованої великим фізиком Альбертом Ейнштейном. Він вигадав цю задачу в минулому столітті і вважав, що 98% жителів Землі не в змозі вирішити її в умі. Але ж за допомогою алгебри логіки її рішення не викликає труднощів.

Умова задачі (задача Ейнштейна)

1. Є 5 будинків і кожний різного кольору (білий, синій, жовтий, червоний, зелений).

2. У кожному будинку живе по одній людині відмінної один від одного національності (данець, англієць, німець, норвежець і швед).

3. Кожен мешканець має загальні схожі особливості (ознаки):

- п'є тільки один певний напій (вода, молоко, чай, кава, пиво),

- курить певну марку сигарет (Dunhill, Marlboro, Pall Mall, Rothmans, Winfield);

- тримає певну тварину (кішку, собаку, птицю, коня, рибку).

4. Кожен мешканець має також і свої окремі особливості (ознаки):

- Ніхто з 5 осіб не п'є однакові з іншими напоями, не палить однакові сигарети та не тримає однакову тварину.

- Англієць живе в червоному будинку.
 - Швед тримає собаку.
 - Данець п'є чай.
 - Зелений будинок стоїть ліворуч від білого (вважайте, що ці будинки стоять поруч – інакше в задачі виходять два рішення).
 - Житель зеленого будинку п'є каву.
 - Людина, яка палить Pall Mall, тримає птицю Житель із середнього будинку п'є молоко.
 - Житель із жовтого будинку палить Dunhill.
 - Норвежець живе у першому будинку.
 - Курець Marlboro живе біля того, хто тримає кішку.
 - Людина, яка містить коня, живе біля того, хто палить Dunhill.
 - Курець сигарет Winfield п'є пиво.
 - Норвежець живе біля синього будинку.
 - Німець палить Rothmans.
 - Курець Marlboro живе по сусідству з людиною, яка п'є воду.
- Це все, що відомо про мешканців цього будинку.
- Запитання задачі: кому належить риба?

Рішення задачі

Для вирішення цієї задачі доцільно скласти таку таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

Номер будинку	1	2	3	4	5
Колір					
Напій					
Тварина					
Цигарки					
Національність					

Далі заповнюватимемо її наявними фактами. За умовою задачі відомі такі факти, які занесемо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Відомі факти

Номер будинку	1	2	3	4	5
Колір	Жовтий	Синій	Червоний	Зелений	Білий
Напій				Кофе	
Тварина					
Цигарки					
Національність	Норвежець				

Розмірковуючи, що норвежець живе в першому будинку, а англієць у червоному, то можемо припустити, що будинок №3 червоний, отже норвежець живе в жовтому будинку. Потім знову звернемося до умови задачі і відповідно до неї розставимо відомі напої та марки сигарет. Після цього знову припускаємося щодо національності, тощо. У результаті отримаємо таку таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Умови, що припускаються

Номер будинку	1	2	3	4	5
Колір	Жовтий	Синій	Червоний	Зелений	Білий
Напій	Вода	Чай	Молоко	Кофе	Пиво
Тварина	Кішка	Кінь	Птиця	Рибки	Собака
Цигарки	Dunhill	Marlboro	Pall Mall	Rothmans	Winfield
Національність	Норвежець	Датчанин	Англієць	Німець	Швед

Відповідь. Тримає рибку німець.

2.5 Контрольні питання

1. Що є висловлюванням?
2. Який вислів називається складним?
3. Що таке кон'юнкція?
4. Що таке диз'юнкція?
5. Що таке інверсія?
6. Чим логічне додавання відрізняється від логічного множення?
7. Що таке елементарне логічне висловлювання?
8. Перерахуйте основні функції логіки алгебри.

9. Чи буде істиною подвійне заперечення факту?
10. Опишіть процес прийняття логічного рішення.
11. Як позначається заперечення факту в алгебрі логіки?
12. Чи можливе вирішення логічних завдань без використання операцій алгебри логіки?

«КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ЗА ОСНОВНИМИ ОЗНАКАМИ»

3.1 Мета заняття

Мета роботи отримати практичні навички здійснювати класифікацію систем за різними ознаками, зрозуміти її необхідність та призначення у процесі реалізації системного підходу.

3.2. Стислі теоретичні відомості

Класифікацією називається розподіл деякої сукупності об'єктів на класи за найважливішими ознаками. Ознака чи його сукупність, якими об'єкти об'єднуються у класи, є основою класифікації.

Клас - це сукупність об'єктів, які мають деякі ознаки спільності.

Системи поділяють на класи за різними ознаками, й у залежність від вирішуваного завдання можна вибирати різні принципи класифікації.

Класифікації завжди відносні.

Мета будь-якої класифікації – обмежити вибір підходів до відображення системи, зіставити виділеним класам прийоми та методи системного аналізу та дати рекомендації щодо вибору методів для відповідного класу систем.

У цьому система то, можливо одночасно охарактеризована декількома ознаками, тобто. їй може бути знайдено місце одночасно у різних класифікаціях, кожна з яких може бути корисною під час виборів методів моделювання.

Класифікацію систем можна здійснити за різними критеріями. Проводити її жорстко – неможливо, вона залежить від мети та ресурсів. Якщо розглядати класифікацію систем з точки зору загальної теорії систем, з використанням найбільш поширених класифікаційних ознак, то найбільш вживана класифікація матеріальних систем, тобто реальних (фізичних) проводиться за такими ознаками:

1) Системи щодо навколишнього середовища поділяються на: ·

- відкриті (є обмін ресурсами з довкіллям); ·
 - закриті (немає обміну ресурсами із довкіллям).
- 2) За походженням системи (елементів, зв'язків, підсистем) поділяються на: ·
- штучні (зброя, механізми, машини, автомати, роботи та ін.); ·
 - природні (живі, неживі, екологічні, соціальні тощо); ·
 - віртуальні (уявні і, хоча реально не існуючі, але функціонуючі так само, як і у випадку, якби вони існували); ·
 - змішані (економічні, біотехнічні, організаційні та ін.).
- 3) За описом змінних системи поділяються на: ·
- з якісними змінними (що мають лише змістовний опис); ·
 - з кількісними змінними (що мають дискретно або безперервно описані кількісним чином змінні);
 - змішаного (кількісно-якісне) описи.
- 4) За типом опису закону (законів) функціонування системи бувають: ·
- типу "Чорна скринька" (закон функціонування системи невідомий повністю а відомі лише вхідні та вихідні повідомлення); ·
 - не параметризовані (закон не описаний, або описуєм за допомогою хоча б невідомих параметрів, або відомі лише деякі апріорні властивості закону); ·
 - параметризовані (закон відомий з точністю до параметрів та його можна віднести до деякого класу залежностей); ·
 - типу "Біла скринька" (повністю відомий закон).
- 5) За способом управління системою (у системі) поділяються на: ·
- керовані ззовні системи (без зворотного зв'язку, регульовані, керовані структурно, інформаційно чи функціонально);
 - керовані зсередини (самоврядні або саморегульовані - програмно керовані; регульовані автоматично, що адаптуються і пристосовуються за допомогою керованих змін станів; самоорганізовані, що змінюють у часі та в

просторі свою структуру найбільш оптимально і впорядковують свою структуру під впливом внутрішніх та зовнішніх факторів); ·

- з комбінованим керуванням (автоматичні, напівавтоматичні, автоматизовані, організаційні).

б) В залежності від реакції на впливи виділяють:

- активні системи - здатні протистояти впливам середовища і самі можуть впливати на неї.

- пасивні системи - не здатні протистояти впливам середовища і самі не можуть впливати на неї

7) За складністю системи діляться на:

- прості системи, що з достатнім ступенем точності можуть бути описані відомими математичними співвідношеннями. Особливість простих систем – в практично взаємній незалежності від властивостей, яка дозволяє досліджувати кожен властивість окремо. Прикладами простих систем можуть служити окремі деталі, елементи електронних схем та ін.

- складні системи, що складаються з великої кількості взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів, кожен з яких може бути представлений у вигляді системи (підсистеми).

- великі системи, що мають додаткові особливості, що і характеризують велику систему: великі розміри; складна ієрархічна структура; циркуляція в системі великих інформаційних, енергетичних і матеріальних потоків; високий рівень невизначеності в описі системи.

8) В залежності від ступеня мінливості властивостей системи діляться на:

- статичні системи – це системи з одним станом. До статичних відносяться системи, при дослідженні яких можна знехтувати змінами в часі характеристик їх істотних властивостей.

- динамічні системи – це такі, що мають безліч можливих станів, які можуть змінюватися як безперервно, так і дискретно.

9) За характером цілей системи прийнято класифікувати як:

- системи, призначені для певної цілі – це такі системи, які мають певну ціль свого існування, створені для певної цілі і функціонують завжди так, щоб виконати цю ціль. Наприклад, холодильник, пральна машина, телевізор, електродвигун служать для певних цілей, які обумовлені при їх створенні.

- системи, здатні обирати ціль і прагнути до неї – це системи, які самостійно обирають ціль і прагнуть до неї. Наприклад, людина, трудовий колектив можуть самостійно вибирати ціль своєї діяльності. Проте не всякий колектив може бути системою, яка обирає ціль, наприклад, колектив

3.3 Зміст заняття

1) Дати опис систем (однієї технічної та однієї соціально-економічної), що задані в таблиці 3.1, обов'язково відмічаючи такі їх особливості, як:

- тип (галузь використання);
- основну ціль системи;
- перелік підсистем;
- що забезпечують зв'язки між елементами, підсистемами;
- властивості системи;
- рівень автоматизації;
- зовнішні впливи;
- багатоаспектність даної системи;
- корисність системи для людини.

2) Провести класифікацію систем (однієї технічної та однієї соціально-економічної), що задані в таблиці 3.1. Класифікувати систему за такими основними ознаками:

1. Щодо навколишнього середовища.
2. За походженням.
3. За описом змінних.
4. За типом опису закону (законів) функціонування.
5. За способом управління.
6. В залежності від реакції на впливи.

7. За складністю.
8. В залежності від ступеня мінливості властивостей.
9. За характером цілей.

Результат занести в таблицю 3.2.

Варіант обирається за номером, згідно номеру студента у списку групи.

Таблиця 3.1 – Системи, що необхідно класифікувати

Варіант №	Технічна система	Соціально-економічна система
1	САПР	Нова пошта
2	Телевізор	Готель
3	Трамвай	Ректорат
4	Осцилограф	ВНЗ
5	Літак	Деканат
6	Банкомат	Зоопарк
7	Бензиновий генератор	Ринок продовольчих товарів
8	Принтер	Міський виконавчий комітет
9	Цифровий вольтметр	Супермаркет
10	Смартфон	Туристична фірма

Таблиця 2.2 – Найменування об'єкта класифікації

№	Ознака кваліфікації	Тип об'єкта за ознакою	Обґрунтування приналежності
1
n

2.4 Методичні вказівки до виконання практичного заняття

Виконувати практичне завдання необхідно за зразком наведеним нижче.

Приклад виконання

Задана технічна система – легковий автомобіль.

Опис системи. Автомобіль – це технічна (механічна), цілісна система, що складається із різних підсистем: охолодження, подачі палива тощо. Підпорядкована основній цілі – пересування у просторі. Завдяки зв'язку між елементами, підсистемами та їх узгодженою роботою автомобіль здатний рухатися. Має властивість емерджентності – у разі поломки навіть за наявності всіх частин не може виконувати основну функцію.

Це система з високим ступенем автоматизації. Пов'язана з навколишнім середовищем, з нерегулярним надходженням зовнішніх впливів (палива, початку/закінчення роботи, можливості пересування тощо). Має багатоаспектність - несе в собі технічний аспект, економічний (вартість), соціальний (статус), психологічний (переваги та можливості при володінні машиною).

Корисність системи для людини - можливість комфортного, швидкого переміщення для вирішення своїх завдань.

Класифікацію системи «Легковий автомобіль» за деякими ознаками наведено у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Класифікація системи «Легковий автомобіль»

№	Ознака кваліфікації	Тип об'єкта за ознакою	Обґрунтування приналежності
1	Ступінь організованості	Гарно організована	Певні елементи системи, їх взаємодія, правила об'єднання елементів
2	Вид формалізованого апарату подання	Детермінована	Поведінку можливо передбачити
3	За походженням	Штучна	Створена людиною
4	За основними елементами	Конкретна	Створена з матеріальних елементів
5	По взаємодії із середовищем	Відкрита	Робота визначається як внутрішнім станом, так і зовнішнім ресурсом (паливо)
6	За ступенем складності	Проста	Зв'язки між елементами легко піддаються опису
7	За природним поділом	Технічна	Штучно створена людиною
8	За принципом формування	Не саморозвивається	Розвивається за рахунок зовнішньої взаємодії

3.5 Контрольні питання

1. Що розуміємо під системним підходом?
2. Для чого потрібна класифікація систем?

3. Наведіть відомі вам класифікації систем.
4. За якими ознаками здійснюється класифікація систем?
5. Які системи називають замкнутими?
6. Дайте визначення великої системи.
7. Яку систему можна назвати добре організованою?
8. Що розуміємо під підсистемою?
9. Що розуміється під метою системи?
10. Що розуміємо під класифікаційною ознакою системи?
11. Визначте додаткову класифікаційну ознаку та типизуйте види систем за цією ознакою.

Практичне заняття №4
«ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ»

4.1 Мета заняття

Отримання практичних навичок побудови моделей систем «Чорна скринька» та моделі «Склад системи».

4.2. Стислі теоретичні відомості

Моделювання, як метод наукового пізнання, виникло у зв'язку з необхідністю розв'язування завдань, які з тих чи інших причин не можуть бути розв'язані безпосередньо. Вони виникають у випадках, коли об'єкт недосяжний за своєю природою, коли він ще не існує і потрібно обрати кращий варіант його створення, коли дослідження реального об'єкта вимагає багато часу, економічно не вигідне та ін.

Як засіб пізнання моделювання використовується людством здавна. При вивченні невідомого людина завжди прагне передусім зіставити невідоме з уже відомим, в процесі чого відбувається перенесення знань з одних об'єктів на інші, які в певному сенсі подібні між собою. В логіці це називається виведенням за аналогією.

Аналогія – це твердження про схожість речей, явищ, процесів в різних об'єктах, по суті рух думки від відомого до невідомого.

Метод моделювання відрізняється від інших методів пізнання тим, що об'єкт вивчається за його допомогою не безпосередньо, а шляхом дослідження іншого об'єкта, аналогічного в певному сенсі першому. При моделюванні між суб'єктом-дослідником та об'єктом пізнання знаходиться проміжна ланка – модель.

Модель, в цьому сенсі, – це заміщувач об'єкта дослідження, що знаходиться з ним в такій відповідності, яка дозволяє отримати нове знання про цей об'єкт.

Оскільки модель ґрунтується на аналогії, то вона губить сенс засобу пізнання, як у випадку тотожності моделі та об'єкта дослідження, так і у випадку дуже великих відмінностей між ними. Отже, моделювання пов'язане зі спрощенням, огрубленням прототипу, абстрагуванням від ряду його властивостей, ознак, сторін. Надмірно спрощена модель, проте, може привести до невідповідності з досліджуванним об'єктом, що унеможливить дослідження його з допомогою такої моделі. З іншого боку, врахування в моделі якомога більшої кількості властивостей досліджуваного об'єкта приводить до ускладнення процесу дослідження. Модель відповідає (адекватна) об'єкту дослідження, якщо результати моделювання служать основою для прогнозування процесів в реальному об'єкті, що досліджується.

Моделювання з точки зору пізнання – це метод опосередкованого пізнання за допомогою штучних або природних систем, які зберігають деякі особливості об'єкта дослідження і таким чином заміщають його, що дає можливість отримати нове знання про об'єкт-оригінал. У теорії систем і системному аналізі моделі є дуже важливим компонентом дослідження та проектування нової системи, і зазвичай використовується множина моделей для забезпечення якісного дослідження системи.

Найважливішим, організуючим елементом діяльності людини є мета як образ бажаного майбутнього, модель стану, на реалізацію якого і скерована ця діяльність. Крім того, системність діяльності виявляється також у тому, що вона здійснюється відповідно до певного плану – за певним алгоритмом, як образом майбутньої діяльності, її моделі. Отже, моделювання є обов'язковою дією в довільній цілеспрямованій діяльності, проникає в неї і організовує її.

Модель є не просто образом – заміником оригіналу, і не якимось відображенням взагалі, а цільовим відображенням, що виявляється в множинності моделей одного й того ж об'єкта – для різних цілей будуються різні моделі, і модель відображає не об'єкт-оригінал сам собою, а те, що нас цікавить в ньому.

Основна відмінність між пізнавальними та прагматичними моделями полягає в тому, що пізнавальне моделювання відображає те, що існує, а прагматичне – неіснуюче, але таке, що бажано (і можливо може бути) досягнути.

Для того, щоб модель відповідала своєму призначенню, недостатньо її створити чи застосувати готову – необхідно, щоб існували умови, що забезпечують її функціонування. Так, паперові гроші можуть бути моделлю вартості лише за умови наявності в середовищі їх використання певних правових норм та фінансових установ, що підтримують функціонування грошей.

Як засіб спілкування модель дозволяє більш точно описати складні поняття, порівняно з нечітким словесним описом, описує систему більш стисло, дозволяє зрозуміти причинно-наслідкові зв'язки та загальну структуру системи, що моделюється.

Як засіб проведення експерименту модель використовується в тих випадках, коли проведення експериментів на реальній системі недоцільне або неможливе. Так випробування літака в критичних режимах загрожує життю пілота, а тому припустимі межі необхідно оцінити за результатами експериментів на макеті.

Важливу роль для людини відіграють наочні, образні моделі. Серед них найпоширеніші графічні моделі, які зображають систему, її складові частини, зовнішнє середовище та зв'язки між ними у вигляді рисунка.

Найпростішою моделлю системи є модель так званої «чорної скриньки», в якій акцент робиться на призначенні та поведінці системи, а про її внутрішній устрій, будову є тільки опосереднена інформація, що відображається у зв'язках системи з середовищем. Зображення моделі чорної скриньки подане на рис. 4.1.

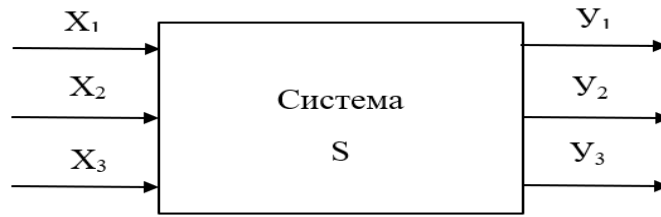


Рисунок 4.1 – Модель «Чорна скринька» у загальному вигляді

У визначенні поняття «система» відсутня конкретна інформація про її внутрішню будову. Тому систему можна зобразити у вигляді чорної непрозорої скрині, що виділена з середовища. Вже ця, максимально спрощена модель, відображає дві важливі властивості системи, а саме – цілісність та відокремленість від середовища. З іншого боку, хоча «чорна скринька» й відокремлена, виділена з середовища, тим не менше вона не є ізольованою від нього.

Таким чином, система пов'язана з середовищем та за допомогою цих зв'язків виявляє певні дії на зовнішнє середовище. В моделі «чорної скриньки» цьому відповідають виходи системи.

Через виходи система, діючи на зовнішнє середовище, реалізує своє призначення, мету. Окрім того, у визначенні системи є й вказівка на наявність зв'язків іншого типу – система є засобом, а тому повинні існувати й можливості її використання, дії на неї, тобто зв'язки, що скеровані від середовища до системи – входи системи.

Назва «чорна скриня» образно підкреслює повну відсутність інформації про внутрішню будову «скрині»: в цій моделі задані, фіксуються та перераховуються лише входні та вихідні зв'язки з середовищем. В багатьох випадках, незважаючи на зовнішню простоту та відсутність даних про внутрішню будову системи, така модель виявляється корисною.

При детальнішому підході може виявитися необхідність кількісного описання деяких (чи всіх) характеристик входів та виходів. Формалізуючи модель «чорної скриньки», ми отримуємо в результаті дві множини входних та

вихідних змінних, між якими не зафіксовано ніяких відношень (в іншому випадку це вже буде «напівпрозора» – «сіра», чи «прозора» скринька).

Підхід, що втілюється у моделі чорної скрині, відкриває, зокрема, можливість для об'єктивного вивчення систем, будова яких або невідома, або ж надто складна для того, щоб можна було за властивостями складних частин та структурних зв'язків між ними зробити висновки про їхню поведінку.

При дослідженні будь-якої системи перш за все виявляється, що цілісність та відокремленість, відображені у моделі «чорна скринька», є зовнішніми властивостями.

Внутрішність системи не однорідна, що дозволяє розрізняти складові частини системи. Ті частини системи, які вважаються найменшими та неподільними, називаються її елементами. Елементи системи вибираються дослідником залежно від мети, яку він ставить при моделюванні та аналізі системи, що входять до опису об'єкта дослідження.

Частини системи, які складаються з кількох елементів (більш ніж одного) і мають певну цілісність, називаються підсистемами. При необхідності вводять також терміни, які вказують на ієрархію частин (наприклад, підсистема, підсистема деякого рівня, надсистема тощо).

Графічна модель «склад системи» відображає всі елементи та ієрархію підсистем. Приклад моделей складу систем наведені в табл.4.1.

Таблиця 4.1 – Спрощений приклад моделі складу системи

Система	Підсистема	Елементи
Супутникове телебачення	Комплекс передач	Передаючі телецентри та антени
	Канал зв'язку	Середовище поширення радіохвиль, супутники-ретранслятори
	Комплекс прийому	Приймаючі телецентри та антени, телевізори

Важливою характеристикою цілісності системи є структура – сукупність елементів та зв'язків, які визначають внутрішню будову та організацію об'єкта та цілісної системи. При моделюванні системи дослідник звичайно

використовує тільки ті зв'язки й відношення елементів системи, які дають змогу досягти поставленої мети, відкидаючи зайві зв'язки.

На графічній моделі структури системи зв'язки та відношення між елементами та підсистемами системи зображуються у вигляді направлених або ненаправлених ліній, що з'єднуються.

4.3. Зміст заняття

Побудувати моделі «Чорна скринька» та моделі «Склад системи» для систем, згідно обраного індивідуального варіанту. Варіант обирається з табл. 4.2 за номером, згідно номеру студента у списку групи.

Таблиця 4.2 – Системи, для яких необхідно побудувати моделі

Варіант №	Технічна система	Соціально-економічна система
1	САПР	Нова пошта
2	Телевізор	Готель
3	Трамвай	Ректорат
4	Осцилограф	ВНЗ
5	Літак	Деканат
6	Банкомат	Зоопарк
7	Бензиновий генератор	Ринок продовольчих товарів
8	Принтер	Міський виконавчий комітет
9	Цифровий вольтметр	Супермаркет
10	Смартфон	Туристична фірма

4.4 Методичні вказівки до виконання практичного заняття

Виконувати завдання рекомендується з використанням даних отриманих в результаті опису систем на практичному занятті №3.

В якості прикладу виконання цього практичного заняття розглянуті побудови моделей для технічної системи «Посудомийна машина».

Так приклад моделі «Чорна скринька» наведений на рис.4.2.



Рисунок 4.2 – Модель «Чорна скринька» на прикладі системи «Посудомийна машина»

Приклад моделі «Склад системи» наведений на рис.4.3



Рисунок 4.3 – Модель «Склад системи» на прикладі системи «Посудомийна машина»

Завдання рекомендовано виконувати за зразками наведеним на рис.4.2 та рис. 4.3.

4.5 Контрольні питання

- 1) Що таке модель системи?
- 2) Як визначається адекватність моделі?
- 3) Які є функції моделей систем?
- 4) Види моделей.
- 5) Особливості побудови моделі чорної скрині.
- 6) Сутність моделі складу системи, її відміна від моделі структури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сорока К.О. Основи теорії систем і системного аналізу: навч. посібник 2-ге вид., перероб. та випр. Харків: Тимченко А.М., 2005. 286 с.
2. Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу: підручник. Київ: ВНУ, 2007. 543 с.
3. Виклюк Я.І., Камінський Р.М., Пасічник В.В. Моделювання складних систем: посібник. Львів: «Новий Світ – 2000», 2020. 404 с.
4. Катренко А.В. Системний аналіз: підручник. Львів: „Новий світ – 2000”, 2009. 396 с.
5. Бутко М.П. Системи і моделі: теорія, методологія, практика: навч. посіб. Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2007. 380 с.
6. Берталанфі Л. Загальна теорія систем: 2-ге вид. М.: Мір, 1960. 328 с.
7. Теорія систем і системний аналіз. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи для студентів напряму підготовки 6.030601 “Менеджмент” всіх форм навчання. / Укладач: Бутко М.П., Повна С.В. Чернігів: ЧНТУ, 2014. 50 с.
8. Шарапов О. Д., Дербенцев В.Д., Семьонов Д.Є. Системний аналіз: навч.-метод. посібник для самот. вивч. дисциплін. Київ: КНЕУ, 2003. 154 с.
9. Соловйов В. М., Сердюк О.А., Данильчук Г.Б. Моделювання складних систем: навч.-метод. посібник для самостійного вивчення дисципліни. Черкаси: Видавець О. Ю. Вовчок, 2016. 204 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання практичних занять з навчальної дисципліни
з навчальної дисципліни «Теорія систем та системотехніка»
для студентів денної та заочної форм навчання за спеціальністю
«Інформаційно-вимірювальні технології»

Укладач

СМОЛІН Юрій Олександрович

Відповідальний за випуск доцент Хомяк Ю.В.

Роботу до видання рекомендував проф. Плєснецов Ю.О.

В авторській редакції

План 2023 р., поз. 162

Підп. до друку

Гарнітура Times New Roman.

Видавничий центр НТУ «ХПІ».

вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

Електронна версія
