

## Тема лекції: Категоріальний апарат науки та системного аналізу

### План

1. Поняття системи та її властивості.
2. Класифікація систем.
3. Зв'язки. Види зв'язків.
4. Структура системи.

1. Застосування системного підходу як головного принципу побудови, функціонування і розвитку, а також дослідження будь-яких систем (системних об'єктів), передбачає володіння відповідним понятійним апаратом.

**Система** – це об'єктивна єдність закономірно пов'язаних один з одним предметів, явищ, а також знань про природу і суспільство. Систему визначають також як комплекс елементів та їхніх властивостей, взаємодія між якими зумовлює появу якісно нової цілісності. Один із основоположників загальної теорії систем Людвіг фон Берталанфі визначав систему як комплекс взаємодіючих елементів. Таким чином, система – це комплекс взаємопов'язаних елементів, що утворюють цілісність. Наявність істотних стійких зв'язків (відношень) між складовими системи або (та) їхніми властивостями, які перевищують за потужністю (силою) зв'язки (відношення) цих складових з об'єктами, що не входять до цієї системи, є важливим її атрибутом.

Необхідно розмежовують онтологічний і гносеологічний аспекти цієї категорії. *В онтологічному аспекті* поняття “система” постає як сукупність елементів і зв'язків між ними, що існують об'єктивно, незалежно від волі та свідомості людей. *У гносеологічному аспекті* йдеться про використання поняття “система” та інших споріднених понять як інструмента пізнання сутності складних матеріальних систем.

До основних характерних особливостей системи можна віднести наступні.

1. Система є передусім сукупністю елементів. За певних умов елементи, відповідно, можуть розглядатись як системи.

2. Наявність суттєвих зв'язків між елементами та їх властивостями, що переважають над зв'язками цих елементів з тими, які не входять до даної системи.

3. Наявність визначеної організації, що проявляється у зменшенні ступеня ентропії (невизначеності) системи порівняно з ентропією системоутворюючих факторів. До таких факторів належать кількість елементів системи, кількість суттєвих зв'язків, якими може володіти елемент, тощо.

4. Наявність інтегративних властивостей, тобто властивих системі загалом, але не властивих жодному елементу зокрема. Це свідчить про те, що хоча властивості системи і залежать від властивостей елементів, вони не визначаються ними повністю. *Отже, система не зводиться до простої сукупності елементів і, розчленовуючи її на окремі частини, не можливо пізнати всі властивості системи загалом.*

У загальному вигляді поняття “система” характеризується:

- a) множиною елементів;
- б) зв'язками між ними;
- в) цілісним характером матеріального об'єкта, явища або процесу.

#### **Розглянемо детальніше основні властивості системи.**

**Загальність та абстрактність.** Як система можуть розглядатися всі без винятку об'єкти, предмети, явища, процеси незалежно від їхньої природи.

**Множинність.** Одна і та ж сукупність елементів може утворювати різні системи, кожна з яких визначається конкретними системоутворюючими відношеннями та властивостями.

**Цілісність і подільність.** Система є передусім цілісною сукупністю елементів. Це означає, що, з одного боку, система - це цілісне утворення, а з іншого в її складі чітко можуть бути виокремлені цілісні об'єкти (елементи). Однак не компоненти утворюють ціле (систему), а навпаки при поділі цілого

виявляють компоненти системи. Отже, первинність цілого - це головний постулат теорії систем.

**Еквіпотенційність.** Систему можна розглядати як підсистему системи вищого рівня, і навпаки – підсистему можна розглядати як систему зі своєю структурою, функціями, зв'язками між елементами.

**Емерджентність.** Властивості системи хоча і залежать від властивостей її елементів, але не визначаються ними повністю. Функціонування системи не може бути зведено до функціонування окремих її компонентів. Сукупне функціонування взаємозв'язаних елементів системи породжує якісно нові її функціональні властивості.

Звідси випливає важливий висновок: система не зводиться до простої сукупності елементів, тому, розділяючи її на частини, досліджуючи кожен з них окремо, неможливо пізнати всі властивості системи загалом. Цю властивість ще називають системною або **інтегративною**. Емерджентність є результатом виникнення між елементами системи так званих **синергічних зв'язків**, які забезпечують більший загальний ефект функціонування системи, ніж сума ефектів елементів системи, що діють незалежно.

**Синергетика** – науковий напрямок, що вивчає зв'язки між елементами структури (підсистемами), які утворюються у відкритих системах (біологічних, фізико-хімічних, економічних, соціальних та ін.) завдяки інтенсивному (потоківому) обміну речовинами й енергією з навколишнім середовищем за нерівноважних умов. У складних системах спостерігається погоджена поведінка підсистем, у результаті чого зростає рівень її впорядкованості (явище самоорганізації), тобто зменшується ентропія. Це, зокрема, стосується економічних і соціальних систем. Результатом самоорганізації стає виникнення взаємодії (наприклад, кооперація) і, можливо, регенерація динамічних об'єктів (підсистем), складніших в інформаційному аспекті, ніж елементи (об'єкти) середовища, з яких вони виникають.

**Ієрархічність системи** - це складність і багаторівневість структури системи, яка характеризується такими показниками: кількість рівнів ієрархії побудови

та управління системою, різноманіття компонентів і зв'язків, складність властивостей, складність опису й управління системою, кількість параметрів і необхідний обсяг інформації для управління системою.

**Взаємозалежність між системою та зовнішнім середовищем.** Система формує та проявляє свої властивості при взаємодії із зовнішнім середовищем. Вона розвивається під впливом зовнішнього середовища, але при цьому намагається зберегти власну якісну визначеність і властивості, що забезпечують відносну стійкість та адаптивність її функціонування.

**Рівень самостійності і відкритості системи** визначається такими показниками: кількістю зв'язків системи із зовнішнім середовищем у середньому на один її елемент чи інший параметр; інтенсивністю обміну інформацією чи ресурсами між системою та зовнішнім середовищем; ступенем впливу інших систем.

**Цілеспрямованість системи** означає наявність у неї цілі (цілей) функціонування і розвитку. При цьому цілі характеризуються власною структурою та ієрархією.

**Надійність системи** (наприклад, організації) характеризується, зокрема: безперебійністю функціонування системи при виході з ладу одного з компонентів; фінансовою стійкістю і платоспроможністю організації; перспективністю запровадженої економічної, технічної, соціальної політики.

**Розмірність системи** характеризується кількістю компонентів системи та зв'язків між ними, що також свідчить про складність системи.

Системи функціонують у певному зовнішньому середовищі. **Зовнішнє середовище** - це все те, що знаходиться зовні системи, поза її межами, включаючи необхідні умови для існування та розвитку системи.

Середовище є сукупністю всіх об'єктів, зміна яких впливає на систему, а також тих об'єктів, що змінюються під впливом системи. Зовнішнє середовище складається із багатьох природних, суспільних, інформаційних, економічних, виробничих та інших факторів, які впливають на систему та й самі певною мірою перебувають під впливом цієї системи.

Система може взаємодіяти із середовищем через:

- призначення, тобто, якщо призначення системи несумісне з середовищем, то необхідно або модифікувати призначення, або модифікувати систему та пристосувати її до середовища;
- побудову, тобто компоненти системи повинні гармонійно взаємодіяти як між собою, так і з середовищем;
- оцінку, тобто рівень сумісності системи з середовищем, ефективність реалізації її призначення, можливість реалізації додаткових цілей.

Таким чином, ми має розуміння системи як сукупності взаємопов'язаних елементів, що утворюють цілісність. Система не тільки містить у собі окремі елементи, а й інтегрується у більші системи, утворюючи глобальний світ навколо дослідника.

2. Класифікація систем передбачає їх поділ на матеріальні та абстрактні.

**Матеріальні** системи є реальними об'єктами, що існують у реальному часі. Вони поділяються на **природні** і **штучні**. Природні системи - це сукупність об'єктів природи, а штучні – організаційно-економічних, соціальних або технічних об'єктів. До природних систем належать астрокосмічні, планетарні, фізичні, хімічні системи тощо.

За ступенем участі людини штучні системи поділяються на технічні, в основу функціонування яких покладено процеси, що здійснюються машинами, та організаційно-економічні, котрі функціонують як людино-машинні комплекси.

**Абстрактні** системи – це розумово-зорові уявлення, зображення або моделі матеріальних систем, які поділяються на **логічні (описові)** та **символічні (математичні)**.

**Логічні** системи є результатом дедуктивного або індуктивного представлення матеріальних систем. Їх можна розглядати як системи понять і визначень (сукупність уявлень) про структуру, стан та основні закономірності зміни стану (динаміки) матеріальних систем.

**Символічні** системи є формалізацією логічних систем. Вони поділяються на три класи:

1) статичні математичні системи або моделі, котрі можна розглядати як опис засобами математичного апарату стану матеріальних систем (моделі стану);

2) динамічні математичні системи або моделі, котрі можна розглядати як математичну формалізацію процесів розвитку матеріальних (або абстрактних) систем;

3) квазістатичні/квазідинамічні системи, що знаходяться в нестійкому положенні між статикою та динамікою і при одних впливах поведуть себе як статичні, а при інших – як динамічні.

За способом керування системи поділяються на: **керовані ззовні, самокеровані** та з **комбінованим керуванням**. У керованих ззовні системах керуючий блок знаходиться за межами системи, в системах із комбінованим керуванням управління здійснюється частково ззовні, а частково в межах системи [14].

Класифікацію систем можна подати за схемою.



У теоретико-пізнавальному плані виокремлюються три можливі аспекти розгляду систем:

1) система розглядається як взаємопов'язаний комплекс матеріальних об'єктів (такий підхід зручний переважно при дослідженні природних об'єктів або процесів матеріального виробництва);

2) система охоплює, з одного боку, набір матеріальних об'єктів, а з іншого інформацію про їхній стан (такий підхід застосовується при описуванні процесів управління, в т. ч. державного та муніципального);

3) система розглядається суто в інформаційному аспекті як комплекс відношень, зв'язків, інформації (такий підхід прийнятий у теоретичних дослідженнях, а також для описування соціальних відносин і процесів управління).

Систему можна розглядати виходячи з трьох аспектів. Підсистеми як знаходиться у складі основної системи. Надсистеми, яка включає сукупність підсистеми. Функції, яку виконує система у оточуючому світі.

Окрім функції до системоутворюючих факторів належить мета та ціль (цілі) системи. **Мета** – це головне призначення системи, яке не є детермінованим і фіксованим, а може змінюватись у часі й не обов'язково єдино можливим чином. Мета конкретизується за допомогою цілей. **Ціль системи** - це бажаний стан її виходів. Системи, що мають ціль, називають **цілеспрямованими**. Будь-які соціально-економічні системи цілеспрямовані, оскільки елементами є люди.

Цілі в часовому аспекті поділяються на: **тактичні, стратегічні та ідеали**.

За наявності інформації про способи досягнення виокремлюють:

- функціональну ціль – ціль, шляхи та способи досягнення якої вже відомі, а тому повторюються у часі та просторі;
- ціль-аналог, яка є результатом дії іншої системи, але ніколи не реалізувалася системою, що досліджується, а коли й досягалася, то за інших зовнішніх умов;

- **ціль розвитку** – нова ціль, яка ніколи раніше не досягалася, вона по суті пов'язана з утворенням нової системи.

Ще одним системоутворюючим фактором є наявність **рівноваги**, тобто здатності системи зберігати свій стан незмінним якомога довше (як за відсутності, так і за наявності зовнішніх збурюючих впливів). Під **стійкістю** розуміють здатність системи повертатись у стан рівноваги після виведення її з цього стану впливом зовнішніх факторів. Стан рівноваги, в який система здатна повертатися, називають стійким станом рівноваги.

Отже, основними властивостями матеріальних та нематеріальних систем є цілеспрямованість, рівновага та стійкість, які забезпечують повноцінність їх функціонування.

3. **Зв'язок** – це одна з категорій, що найчастіше застосовується в системному аналізі. Зв'язок є важливим, з точки зору дослідження або керування системою, обміном речовиною, енергією, інформацією між системою і зовнішнім середовищем, а також між елементами системи. Функції системи реалізуються через зв'язки, тобто через потоки енергії, людей, матеріальні та інформаційні. Структура ініціює потоки, спрямовуючи їх певними каналами, перетворює з певною затримкою в часі.

Зв'язки, які необхідні для збереження структури, називаються підтримуючими, а ті, що є результатом функціонування системи, – потоками продукції.

Зв'язок між предметами (процесами, подіями, явищами) можна визначити наступним чином: два та більше об'єктів пов'язані, якщо за наявністю або відсутністю деяких властивостей в одних ми можемо робити висновки про їхню наявність або відсутність в інших. Ця властивість зв'язків й обумовлює особливу пізнавальну цінність їх виявлення. Дослідження зв'язків дає змогу пізнавати об'єкти не безпосередньо, а опосередковано, через інші об'єкти, що знаходяться з ними в тому чи іншому зв'язку.



*Системи мають цілком нові якості, що відсутні в її елементах. Ці якості виникають саме завдяки наявності зв'язків між елементами. Лише з їх допомогою здійснюється перенесення властивостей кожного елемента системи до інших елементів.*

**Зворотні зв'язки** є складною формою прояву причинної залежності і полягають у тому, що результат попередньої дії впливає на наступний перебіг процесу в системі, тобто причина підпадає під зворотний вплив наслідку. Якщо зворотний зв'язок підсилює результат впливу наслідку, то його називають позитивним, а якщо послаблює - негативним. Негативні зворотні зв'язки сприяють збереженню стійкості системи. Лише завдяки наявності їх у системах можуть відбуватися процеси цілеспрямованої діяльності і регулювання. Зв'язки перетворюють систему з простого набору компонентів у єдине ціле і разом з компонентами визначають стан і структуру системи, але, безумовно, при визначальному впливі її функцій.

*Системний підхід у науковому дослідженні передбачає наявність класифікації зв'язків, зокрема:*

1. **Зв'язки взаємодії**, серед яких можна розрізнити **зв'язки властивостей** і **зв'язки об'єктів**. Особливий вид зв'язків взаємодії – це зв'язки між окремими людьми, а також між колективами та соціальними групами. Специфіка їх полягає в тому, що вони опосередковуються цілями, які ставить перед собою кожна зі сторін взаємодії. У цьому виді зв'язків можна розрізнити **кооперативні** та **конфліктні**. Слід зазначити, що зв'язки взаємодії - це найширший клас зв'язків, так чи інакше присутній у всіх інших типах зв'язків.

2. **Зв'язки породження**, коли один об'єкт є основою, що породжує до життя інший об'єкт.

3. **Зв'язки перетворення**, серед яких можна розрізнити ті, котрі реалізуються через певний об'єкт, що забезпечує це перетворення, і ті, які реалізуються шляхом безпосередньої взаємодії двох або більше

об'єктів, у процесі якої чи завдяки якій ці об'єкти разом або окремо переходять з одного стану в інший.

4. **Зв'язки побудови (структурні)**, котрі передбачають, що наявність одних елементів системи обумовлює необхідність інших елементів, які взаємодіють з першими.

5. **Зв'язки функціонування**, що забезпечують життєдіяльність об'єкта або його діяльність (функціонування). Об'єкти, які поєднуються такими зв'язками, спільно виконують певну функцію, причому ця функція може характеризувати або один об'єкт, або більш широке ціле, стосовно якого й існує функціональний зв'язок цих об'єктів. У загальному вигляді зв'язки функціонування можна поділити на зв'язки стану (коли наступний стан є функцією від попереднього) та зв'язки функціональні (коли об'єкти пов'язані єдністю реалізованої функції).

6. **Зв'язки розвитку**, які можна розглядати як модифікацію функціональних зв'язків і зв'язків стану з тією різницею, що розвиток суттєво відрізняється від простої зміни стану. Розвиток описується як зміна станів об'єкта, що розвивається, однак основним змістом процесу при цьому є достатньо суттєві зміни в побудові об'єкта і формах його життєдіяльності. З цієї точки зору функціонування є рух у стані одного і того ж рівня, котре пов'язане з перерозподілом елементів, функцій і зв'язків в об'єкті; при цьому кожний наступний стан або безпосередньо визначається попереднім, або так чи інакше “переформовується” всією побудовою об'єкта і не виходить за рамки його історії.

7. **Зв'язки управління**, які залежно від конкретного виду можуть утворювати різновид або функціональних зв'язків, або зв'язків розвитку.

Крім наведеної, існують й інші класифікації зв'язків, наприклад, суттєві і несуттєві, внутрішньосистемні та міжсистемні, взаємні та односторонні, суперечливі та несуперечливі, корисні та шкідливі, слабкі та тісні, важливі і неважливі, жорсткі та гнучкі.

*Особливу увагу доцільно звернути на наступні три види зв'язків.*

**Рекурсивний** – необхідний зв'язок між соціально-економічними явищами та об'єктами, при яких є очевидним, де причина, а де наслідок;

*наприклад, витрати ресурсів є причиною, а результати їх витрачання – наслідком.*

**Синергічний** – це зв'язок, який при спільних діях незалежних елементів системи забезпечує зростання загального ефекту до більшого значення, ніж сума ефектів цих елементів, якщо вони діють незалежно. Отже, це підсилюючий зв'язок елементів системи. Саме з синергічних зв'язків випливають інтегративні (емерджентні) властивості, тобто властивості цілісної системи, які не властиві її елементам, що розглядаються поза системою.

**Циклічний** – складний обернений зв'язок, при якому функціонування або розвиток однієї підсистеми створює основу для функціонування та розвитку другої і навпаки.

Таким чином, зв'язок забезпечує не тільки нову якість системи, але й виводить її елементи на більш високий рівень функціонування. Якщо цього не відбувається, то система функціонує неефективно.

### **Література:**

1. Кустовська О. В. *Методологія системного підходу та наукових досліджень: Курс лекцій*. Тернопіль: Економічна думка, 2005. 124 с.