

## Лекція №5

### Тема : Системний підхід – новий рівень знань.

#### План лекції

1. Властивості систем
2. Види систем
3. Класифікація систем

Системологія — (від грец. *σύστημα* — ціле, системне як функціонально неподільне, складне як складене з частин; та *λόγος* — «слово», «думка», «змістовність», «поняття») — область науково-практичної діяльності, що вивчає і використовує системність, організацію і самоорганізацію об'єктів, процесів і явищ в природі, науці, техніці, суспільстві і психології особистості, включаючи нову для біофізики (біофізика складних систем) синергологію.

#### Властивості систем

До основних загальносистемних властивостей відносяться цілісність, ієрархічність, емерджентність і функціональність.

- Цілісність - це загальне системне властивість, що полягає в тому, що зміна будь-якого компонента системи впливає на всі інші компоненти і зміна системи в цілому, і навпаки, будь-яка зміна системи відгукується на всіх її компонентах.
- Ієрархічність системи полягає в тому, що вона може бути розглянута як елемент системи вищого порядку, а кожен її елемент, в свою чергу, може бути системою більш низького рівня.
- Емерджентність визначає, що сума властивостей елементів не дорівнює властивостям системи, тобто незвідність властивостей системи до властивостей входять до її складу елементів.
- Функціональність зумовлює, що всі елементи системи діють і взаємодіють в рамках свого функціонального призначення.
- Синергетичний ефект (S) на відміну від емерджентності пов'язаний з кооперативним взаємодією входять в систему елементів. Іншими словами, S - це результат продукування відкритих систем в ході взаємодії компонентів ( $S = 2 + 2 = 5, 6, \dots, n$ ).

Необхідними умовами системного утворення є:

- наявність як мінімум двох елементів;
- наявність зв'язку між елементами;
- наявність функції;
- наявність мети;

- наявність тектологічеській кордону.

Елемент - це неподільна частина системи. Подальше поділ елементів призводить до руйнування їх функціональних зв'язків з іншими елементами і отримання властивостей виділеної сукупності, неадекватною властивостями елемента як цілого.

Мобільний зв'язок - це те, що з'єднує елементи і властивості системи в єдине ціле. Зв'язки між елементами і підсистемами одного і того ж рівня називаються горизонтальними, а зв'язку системи з усіма підсистемами нижчого ієрархічних рівнів - вертикальними.

Підсистема - виділене за певними правилами і ознаками цілеспрямоване підмножина взаємопов'язаних елементів будь-якої природи.

Кожну підсистему можна розділити на більш дрібні підсистеми. Система відрізняється від підсистеми тільки правилом і ознаками об'єднання елементів. Для системи правило є загальним, а для підсистем - більш індивідуальним. Виходячи з цього, систему можна представити і як щось ціле, що складається з підсистем, кожна з яких можна розглядати відносно самостійно. Підсистеми, виділені на одному горизонті, є підсистемами одного рівня. Розподіл підсистем на підсистеми нижчого рівня називається ієрархією і означає підпорядкування нижчого рівня системи більш високого.

Функція системи задається ззовні і показує, яку роль дана система виконує по відношенню до більш загальній системі, в яку вона включена складовою частиною, поряд з іншими системами, які виступають для неї зовнішнім середовищем. Будь-яка зміна функції, вироблене середовищем, викликає зміну механізму функціонування системи, а це призводить до зміни структури системи і зв'язків. Система існує поки вона функціонує.

Структура системи являє собою сукупність стійких зв'язків і відносин елементів, конкретизованих за величиною, напрямку і призначенням.

### **Класифікація систем**

Найчастіше використовуються наступні підходи до класифікації:

- за взаємодією з навколишнім середовищем (підрозділяються на закриті і відкриті).
- ступенем складності (розрізняють прості і складні).
- можливістю дії системи в часі (статичні і динамічні)
- призначенням об'єкта (підрозділяються на організаційні, енергетичні, технічні, управлінські і т.д.)
- формальними властивостями формальної системи (лінійні, нелінійні, безперервні, дискретні та ін.).

## **Види систем**

1) За спрямованістю зв'язків між елементами системи діляться на централізовані (всі зв'язки здійснюються через один центральний елемент) і децентралізовані (переважають прямі контакти між елементами).

Прикладом централізованої системи є міністерство та його органи на місцях; децентралізованої - асоціація.

2) Системи, де зв'язок елементів йде тільки по одній лінії, отримали назву часткових, а за багатьма - повних. Система, де кожен елемент пов'язаний з однією лінією тільки з попереднім і наступним, називається ланцюговою. Її прикладом є конвеєр.

3) По складу елементів системи бувають гомогенними (однорідними) і гетерогенними (різнорідними). Наприклад, за віковою ознакою шкільний клас - зазвичай система гомогенна, а за статевою - гетерогенна.

4) Системи, які характеризуються переважанням внутрішніх зв'язків в порівнянні з зовнішніми, де доцентровість більше відцентровості, а окремих елементів притаманні загальні характеристики, отримали назву цілісних. Прикладом цілісної системи сьогодні є блок НАТО.

5) Система, що зберігається в цілому при зміні або зникненні одного або декількох елементів, називається стійкою, наприклад будь-який біологічний організм. Якщо при цьому можливе відновлення втрачених елементів, то вона є регенеративної (наприклад, ящірки).

6) Системи можуть бути мінливими (динамічними) і незмінними (статичними). До перших відносяться живі організми, до других - більшість технічних пристроїв. Динамічні системи підрозділяються на первинні, вихідні, і вторинні, вже зазнали певних змін.

Якщо зміни здійснюються лінійно, в одному напрямку, буде спостерігатися зростання системи. Нелінійні, різноспрямовані зміни, що відбуваються з неоднаковою інтенсивністю, в результаті яких змінюються зв'язку, співвідношення елементів, характеризують процес її розвитку.

7) Якщо система не може розвиватися далі, без того щоб не перетворитися в якісно іншу вона вважається завершеною, якщо ж розвиток можливий - незавершеною.

Незавершеність буває статус (перетворення відбуваються в самих елементах) і структурною (змінюється їх склад і співвідношення). Якщо система зберігає характеристики при зміні субстрату, вона називається стаціонарною. Наприклад, заміна рухомого складу надає системі міського транспорту статус незавершеність, а зміна маршрутів і числа машин на лінії - структурну. Оскільки

можливість нормального функціонування цієї системи не залежить від того, які марки транспортних засобів використовуються, вона є стаціонарною.

8) Система, що складається з ряду різнорідних елементів, називається складною. Складні системи зазвичай є багаторівневими і ієрархічними (вищий рівень управляє нижчестоящим і одночасно сам підпорядковується вище за ієрархією). Введення в них додатковий елемент (навіть аналогічного наявними) породжує нові і змінює існуючі в рамках системи відносини.

9) Системи діляться на механістичні і органічні. Механістичні володіють постійним набором незмінних елементів, чіткими межами, однозначними зв'язками, не здатні змінюватися і розвиватися, функціонують під впливом зовнішніх імпульсів.

У механістичній системі зв'язку між елементами носять зовнішній характер, не зачіпають внутрішньої суті кожного з них. Тому елементи менш залежні від системи і поза нею зберігають самостійне буття. Але втрата такої системою хоча б одного елемента веде до порушення всього механізму функціонування. Найбільш наочний приклад цього - ті ж години.

Системологія - наука про системи. З позиції цієї науки системний аналітик досліджує об'єкт моделювання і створює його інформаційну модель. Познайомимося з основними поняттями системології.

Система - це складний об'єкт, що складається з взаємозв'язаних частин (елементів) і існує як єдине ціле. Будь-яка система має певне призначення (функцію, мета).

Будь-яка система визначається не тільки складом своїх частин, але також порядком і способом об'єднання цих частин в єдине ціле. Всі частини (елементи) системи знаходяться в певних відносинах або зв'язках один з одним. Тут ми виходимо на наступне найважливіше поняття системології - поняття структури.

Структура - це сукупність зв'язків між елементами системи.

Будь-яка система має певний елементним складом і структурою. Властивості системи залежать від того чи іншого. Навіть при однаковому складі, системи з різною структурою мають різні властивості, можуть мати різне призначення.

Розглянемо приклад суспільної системи. Суспільними системами називають різні об'єднання (колективи) людей: сім'я, виробничий колектив, колектив школи, бригада, батальйон і т.п. (див. додаток). Зв'язки в таких системах - це відносини між людьми, наприклад відносини підпорядкованості. Безліч таких зв'язків утворюють структуру суспільної системи.

Систему, що входить до складу якоїсь іншої, більш великої системи, називають підсистемою.

В якості ще одного прикладу системи розглянемо об'єкт, з яким ви часто маєте справу на уроках інформатики - персональний комп'ютер.

Саме поверхнєве опис ПК таке: це система, елементами якої є системний блок, клавіатура, монітор, принтер, миша. Чи можна їх назвати простими елементами?

- звичайно, ні! Кожна з цих частин - це теж система, що складається з безлічі взаємозалежних елементів.

Що входить до складу системного блоку?

- до складу системного блоку входять: центральний процесор, оперативна пам'ять, накопичувачі на жорстких і гнучких магнітних дисках, CD ROM, контролери зовнішніх пристроїв та ін.

У свою чергу, кожне з цих пристроїв - складна система. Наприклад, центральний процесор складається з арифметико-логічного пристрою, пристрою управління, регістрів. Так можна продовжувати і далі, все більше заглиблюючись в пристрій комп'ютера.

Чи можна сказати, що якась найпростіша деталь комп'ютера, наприклад, гайка системою не є? Все залежить від точки зору. У пристрої комп'ютера гайка - проста деталь, оскільки на більш дрібні частини вона не розбирається. Але з точки зору будови речовини, з якого зроблена гайка, це не так. Метал складається з молекул, що утворюють кристалічну структуру, молекули - з атомів, атоми - з ядра і електронів. Чим глибше наука проникає в речовину, тим більше переконується, що немає абсолютно простих об'єктів. Навіть частки атома, які називають елементарними, наприклад електрони, теж виявилися непростими.

Будь-який реальний об'єкт нескінченно складний. Опис його складу і структури завжди носить модельний характер, тобто є наближеним. Ступінь подробиці такого опису залежить від його призначення. Одна і та ж частина системи в одних випадках може розглядатися як її простий елемент, в інших - як підсистема, що має свій склад і структуру.

Про системи в науці і системному підході. Основний сенс дослідницької роботи вченого найчастіше полягає в пошуку системи в предметі його дослідження. Завдання будь-якої науки - знайти системні закономірності в тих об'єктах і процесах, які вона вивчає.

Давайте згадаємо, де в шкільних предметах вам зустрічалося поняття системи. У XVI столітті Микола Коперник описав пристрій Сонячної системи:

Земля й інші планети обертаються навколо Сонця; пов'язані вони в єдине ціле силами тяжіння.

Дуже багато систематизацією своїх знань займаються біологи. У ХУІІІ столітті шведський вчений Карл Лінней написав книгу під назвою «Системи природи» \*. Він зробив першу вдалу спробу класифікувати всі відомі види тварин і рослин, а найголовніше, показав взаємозв'язок - залежність однієї видів від інших. Вся жива природа постала як єдина велика система. Але вона, в свою чергу, складається з системи рослин, системи тварин, тобто підсистем. А серед тварин є птахи, звірі, комахи і т. Д. Все це теж системи.

Вчений Володимир Іванович Вернадський в 20-х роках ХХ століття створив вчення про біосферу. Під біосферою він розумів систему, що включає в себе весь рослинний і тваринний світ Землі, людство, а також їх середовище проживання: атмосферу, поверхню Землі, світовий океан, що розробляються людиною надра (все це названо активної оболонкою Землі). Всі підсистеми біосфери пов'язані між собою і залежать один від одного. Вернадському ж належить ідея про залежність стану біосфери від космічних процесів, інакше кажучи, біосфера є підсистемою більш великих, космічних систем.

Якщо людина хоче бути хорошим фахівцем у своїй справі, він обов'язково має володіти системним мисленням, до будь-якої роботи проявляти системний підхід. Сутність системного підходу в професійній діяльності можна висловити так:

необхідно враховувати всі суттєві системні зв'язку того об'єкта, з яким працюєш.

Дуже чутливим для всіх нас прикладом необхідності системного підходу є робота лікаря. Взявшись лікувати якусь хворобу, якийсь орган, лікар не повинен забувати про взаємозв'язок цього органу з усім організмом людини, щоб не вийшло, як у приказці, одне лікуємо, інше калічимо ». Людський організм - дуже складна система, тому від лікаря потрібні великі знання і обережність.

Ще один приклад - екологія. Слово екологія походить від грецьких слів «Екос», що означає «будинок» і «логос» «вчення». Ця наука вчить людей ставитися до навколишнього їх природі як до власного будинку. Найважливішим завданням екології сьогодні став захист природи від руйнівних наслідків людської діяльності (використання природних ресурсів, викидів промислових відходів та ін.). Згодом люди все більше втручаються в природні процеси. Деякі втручання не є небезпечними, але є такі, які можуть привести до катастрофи.

Екологія користується поняттям \* екологічна система \*. Це людина з плодами його діяльності (міста, транспорт, заводи та ін.) і природна природа. В ідеалі в цій системі має існувати динамічна рівновага, тобто ті руйнування, які людина неминуче виробляє в природі, повинні компенсуватися природними процесами або самою людиною. Наприклад, люди, машини, заводи спалюють кисень, а рослини його виділяють. Для рівноваги треба, щоб кисню виділялося не менше, ніж спалювалося. І якщо рівновага буде порушено, то в кінці кінців настане катастрофа в масштабах Землі.

У ХХ столітті екологічна катастрофа сталася з Аральським морем в Середній Азії. Люди бездумно забирали для зрошення полів воду з живлять його річок Амудар'я і Сирдар'я. Кількість води, що випаровується перевищило приплив, і море стало пересихати. Зараз воно практично загинуло, і життя на його колишніх берегах ні для людей, ні для тварин і рослин стала неможливою. Ось вам приклад відсутності системного підходу! діяльність таких .преобразователей природи \* дуже небезпечна. Останнім часом з'явилося поняття (<екологічна грамотність. Втручаючись в природу, не можна бути вузьким фахівцем: тільки нафтовиком, тільки хіміком тощо. Треба бачити в природі систему і докладати зусиль для того, щоб не порушувати її рівноваги.