**ЛЕКЦІЯ 7. СИСТЕМИ. ВИЗНАЧЕННЯ. КЛАСИФІКАЦІЯ**

**1. Поняття «система»**

Згадувані у вступному слові поняття системи, інформації, управління, моделі, зворотного зв’язку застосовують як вихідні, вивчаючи складні системи різної природи. Однак попри всю важливість цих понять для багатьох наукових дисциплін, вони й досі не мають загальновизнаних формальних визначень. Тому до кожної з розглядуваних далі тем спочатку подаватимемо змістовний опис відповідних понять.

Система. Термін «система» широко вживаний як у науковій літературі, так і в повсякденному житті. Під системою розуміють сукупність об’єктів, розглядувану як єдине ціле. Саме в такому сенсі говорять про систему виробництва, систему управління економікою, торговельну систему, систему кровообігу, обчислювальну систему, систему математичних рівнянь тощо.

Отже, формуючи систему, об’єднують як матеріальні — економічні, біологічні, технічні, так і ідеальні (абстрактні) об’єкти — наукові, математичні, керуючись при цьому деякими системотвір­ними ознаками. Наприклад, за ознакою організаційної підпорядкованості побудовано систему міністерства, спільності територій чи функцій — фінансово-кредитну або торговельну систему, субстрату та процесу — систему кровообігу.

Довільний реальний об’єкт має незліченну кількість властивос­тей (характеристик), і за кожною з них його можна віднести до тієї чи іншої системи як її елемент.

Якщо, скажімо, розглядати університет як окрему систему, то з погляду його ректора, проректора з фінансово-господарських питань, головного бухгалтера, начальника служби охорони він складатиметься з різних підсистем та елементів, наділених неоднаковими функціональними властивостями.

Загалом, щоб виокремити систему із зовнішнього середовища, потрібно мати:

об’єкт дослідження, що складається з множини елементів, об’єднаних у деяку сукупність. Цими елементами можуть бути люди, природні об’єкти, технічні пристрої або їхні частини, знаки-символи, слова природної мови тощо;

суб’єкт дослідження — так званого спостерігача;

задачу, що характеризує ставлення спостерігача до об’єкта, зумовлюючи поділ системи на складові (елементи та підсистеми) та вибір їхніх істотних властивостей.

Сукупність цих вимог та певна суб’єктивність неминуча, коли   
йдеться про вибір системотвірних ознак, призводять до значних труднощів у разі намагання дати універсальне визначення системи. Тому залежно від мети дослідження застосовують різні підходи до тлумачення терміна «система», які різняться за рівнем абстракції. Обмежимося таким визначенням:

Під системою S розумітимемо множину взаємозв’язаних, взаємозалежних елементів будь-якої природи, які поєднані за деякими системотвірними ознаками, утворюють єдине ціле та підпорядковані певній спільній меті.

Зовнішнє середовище Е — це все те, що не ввійшло до системи.

Входи, виходи системи. Система взаємодіє із зовнішнім середовищем за допомогою своїх «входів» і «виходів».

Вхід системи — це канали, за допомогою яких зовнішнє середовище Е впливає на систему S. Через входи із зовнішнього середовища до системи надходить речовина, енергія, інформація.

Вихід системи — це канали впливу системи S на зовнішнє середовище. Результати процесів перетворення входу (речовина, енергія, інформація) надходять до зовнішнього середовища через «вихід».

Позначивши множину входів символом Х = {Xi} = {X1, X2, …, Xn}, виходів — Y = {Yj} = {Y1, Y2, …, Ym}, а відношення між ними — R, запишемо: YRX.

Елемент системи. Підсистеми. Елемент системи — це неподільна частина системи (за певного способу розбиття її), що має деяку самостійність стосовно всієї системи. Неподільність елементів відносна: її потрібно розуміти як недоцільність у межах розглядуваної моделі даної системи враховувати внутрішню струк­туру окремих складових останньої.

Будь-який об’єкт, узятий за первинний, можна тлумачити як елемент (підсистему) деякої системи вищого рангу. Підсистема — частина системи, виокремлена за тими чи іншими системотвірними (наприклад, функціональними) ознаками. Якщо, скажімо, системою вважати економіку країни, то як підсистеми можна розглядати окремі сектори та галузі економіки.

Будь-яка система може бути підсистемою іншої системи, яка щодо неї є надсистемою. Зовнішнім середовищем даної системи називається система, що складається з елементів, які не належать цій системі.

Елементи системи характеризуються тільки зовнішніми проявами у вигляді взаємодії з іншими елементами, що зумовлюється наявністю зв’язків між ними.

Зв’язок елемента із зовнішнім середовищем моделюється за допомогою його входів і виходів.

Кількісною мірою взаємодії входу (виходу) елемента з відповідним середовищем є інтенсивність цього входу (виходу). Графічну схему елемента зображено на рис. 1.1. У загальному випад­ку елемент розглядається як перетворювач входів на виходи: Y = RX, де R — символічне позначення сукупності перетворень множини входів на множину виходів.

http://buklib.net/msohtml1/667/clip_image002.gif

Рис. 1.1. Графічна схема елемента (системи)

Для того щоб елементи системи могли сприймати, запам’ято­вувати та переробляти інформацію, вони мають бути мінливими, змінюючи свої властивості. Іншими словами елемент може перебувати в різних станах. Кожний елемент характеризується набором показників, причому зі зміною значення хоча б одного з них елемент переходить до іншого стану. Внутрішній стан елемента — це сукупність його істотних властивостей Q = {q1, q2, …, qk}. Система в цілому також може розглядатися як елемент, оскільки вона характеризується своїми показниками і може переходити з одного стану до іншого.

Показники можуть бути кількісними або якісними. Кількісні показники можуть бути неперервними або дискретними. Якісні показники ранжуються здебільшого за рівнем значущості на порядкових або відносних шкалах. До таких показників належать, наприклад, інтелект (коефіцієнт інтелекту), рівень знань студента (оцінка в балах), перевага однієї альтернативи перед іншою.

Елемент може впливати на інші елементи системи, змінюючи їхні стани. Цей вплив може бути енергетичним або інформаційним. Стан елемента може змінюватися сам по собі або в результаті сиг­налів і впливів, що надходять ззовні системи.

Структура систем. Функціонування системи як єдиного цілого забезпечується зв’язками між її елементами. У техніці ці зв’язки формуються під час проектування, у біології вони виникають у процесі зародження й розвитку організму. В економічних системах зв’язки можуть організовуватися у плановому порядку чи стихійно під впливом ринкових механізмів.

Структура системи — це сукупність її елементів і зв’язків між ними, по яких можуть проходити сигнали і впливи. Формаль­но структуру найчастіше подають графічно у вигляді схеми або   
графа (рис. 1.3).

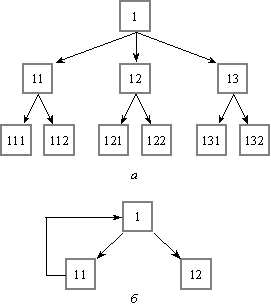


Рис. 1.2. Графічне зображення структури:   
а — без зворотного зв’язку;  б — зі зворотним зв’язком

Взаємодія реальних об’єктів (елементів) системи один з одним та із зовнішнім середовищем є різноманітною та багатоаспектною завдяки значній кількості їхніх властивостей. Тому під час дослідження системи беруть до уваги лише найбільш суттєві зв’язки та властивості, які відчутно впливають на її функціонування, а рештою нехтують.

Розглядаючи поняття входів та виходів (кількість яких скінчена), вважають, що вони моделюють саме істотні зв’язки (матеріаль­но-речовинні й інформаційні) між об’єктами. Отже, поняття   
«система» є абстракцією не тільки щодо властивостей реальних об’єктів, а й щодо зв’язків між ними.

**Принцип системності**

Для отримання об'єктивних даних про рушійні сили та механізми психічного розвитку визначальним є вибір системи знань, згідно з якою він (розвиток) розглядається.

Розгляд відповідно до певної системи спрямований на виявлення основних закономірностей виникнення та розвитку психіки як цілісності.

Експериментально-генетичний метод дотримується системи, що розвивається. Генетичним початком цієї системи стає "клітинка" як вихідна суперечність, що містить у собі всі компоненти цілісності. Саме перехід від менш розвинутого поняття до більш розвинутого обумовлює принцип системності.

Вибудовування системи поняття, що розвивається, передбачає також створення відповідної системи прсдмстно-псрстворювальних дій, виконання яких сприяє формуванню в людини психологічних новоутворень.

Принцип системності є механізмом сходження від абстрактного до конкретного. З його допомогою пов'язується знання, що розвивається, і предметно-перетворююча діяльність, яка це знання породжує.

**1.2. Класифікація та властивості систем**

1.2. Класифікація та властивості систем

Формуючи класи систем, застосовують різні класифікаційні (сис­темотвірні) ознаки, головними з яких вважають природу та походження елементів, тривалість існування, мінливість властивостей (поводження), ступінь складності, відносини до середовища тощо. Одну з можливих класифікацій систем наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Класифікація систем

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № з/п | Класифікаційна ознака | Класи систем |
| 1 | Природа елементів | Реальні, фізичні, абстрактні |
| 2 | Походження елементів | Природні, штучні |
| 3 | Тривалість існування | Постійні, тимчасові |
| 4 | Мінливість властивостей та поводження | Статичні, динамічні, стохастичні, детерміновані |
| 5 | Ступінь складності | Прості, складні, великі |
| 6 | Ступінь стійкості | Стійкі (рівноважні), нерівноважні |
| 7 | Реакція на збурювальні впливи | Активні, пасивні |
| 8 | Характер поводження | З управлінням, без управління |
| 9 | Ступінь участі в реалізації управлінських впливів людей | Технічні, людино-машинні (ергатичні), організаційні |
| 10 | Ступінь зв’язку із зовнішнім середовищем | Відкриті, закриті й ізольовані |

Спинимося докладніше на деяких основних типах систем.

Абстрактні системи складаються з елементів, що не мають фізичних аналогів у реальному світі. Наприклад, системи рівнянь, системи числення, ідеї, плани, гіпотези, теорії тощо.

Штучні — це системи, які створила людина.

Прості системи — такі, що їх можна описати з достатньою точністю.

Великі складні системи — складаються з численних взаємозалежних і таких, що взаємодіють між собою, різнорідних елементів та підсистем. Складні системи мають принципово нові властивості, яких не має жодний зі складових елементів (властивість емерджентності). Приклади складних систем: живий організм, підприємство, галузь економіки, система управління телекомунікаціями і т. ін. Такі системи характеризуються високим рівнем невизначеності свого поводження.

Ізольовані (закриті) системи — на відміну від відкритих систем не обмінюються із зовнішнім середовищем енергією, речовиною або інформацією.

Організаційні системи — соціальні системи, групи, колективи людей, суспільство в цілому.

Кібернетичні системи — складні динамічні системи з управ­лінням. Кібернетична система — це множина взаємозалежних об’єк­тів (її елементів), здатних сприймати, запам’ятовувати і переробляти інформацію, а також обмінюватися нею. Приклади кібернетичних систем: автопілот, регулятор температури, комп’ютер, люд­ський мозок, живий організм, підприємство, людське суспільство.

Кібернетичним системам притаманна низка нових властивостей, яких можуть не мати системи інших типів:

1) багатоваріантність поводження;

2) керованість (інформаційним впливом на систему можна змінити її поводження);

3) наявність керувального пристрою;

4) здатність взаємодіяти з навколишнім середовищем як безпосередньо, так і через керувальний пристрій;

5) існування між системою, середовищем та керувальним пристроєм каналів інформації;

6) здатність інформації, яка циркулює по цих каналах, утворювати зворотні зв’язки, за допомогою яких здійснюється управління поводженням системи з боку органів управління;

7) цілеспрямованість управління системою: воно спрямовує систему до вибору певного поводження або стану, компенсуючи зовнішні збурення;

8) досягнення мети, так само як і поводження системи, має ймовірнісний характер і визначається співвідношенням потужності збурювальних впливів та ефективності керувального пристрою (здатність до переробки інформації та вироблення оптимальних у певному сенсі керувальних впливів);

9) властивість рівноваги, притаманна деяким кібернетичним системам, тобто здатність керувального пристрою повертати систему до початкового стану або до початкового поводження, компенсуючи збурювальні впливи;

10) властивість самоорганізації, також притаманна деяким кібернетичним системам, тобто здатність відновлювати або змінювати свою структуру та спосіб функціонування, компенсуючи збурювальні впливи.

Визначення і класифікація інформаційних систем

Трудова діяльність людини постійно пов'язана зі сприйняттям і накопиченням інформації про навколишнє середовище, відбором і обробкою інформації при розв'язку різних задач, обміном нею з іншими людьми. З часом комплекс цих операцій, методи і засоби їхньої реалізації послужили основою для створення інформаційних систем, основне призначення яких - інформаційне забезпечення користувача, тобто надання йому необхідних даних із визначеної предметної області. Завдяки появі ЕОМ стало можливим створення автоматизованих інформаційних систем (АІС).

У розвитку АІС намітилися два покоління:

1-е покоління - інформаційні системи, які базуються на автономних файлах. Це системи з простою архітектурою й обмеженим набором можливостей. Вони складаються із набору автономних файлів і комплексу прикладних програм, призначених для обробки цих файлів і видачі документів. Такі системи мають ряд серйозних недоліків, що обмежують їхнє широке застосування: високу надлишковість даних, складність ведення і спільної обробки файлів, залежність програм від даних і ін.

2- покоління - банки даних. Це системи з високим ступенем інтеграції даних і автоматизації керування ними. Вони орієнтовані на колективне користування й в основному позбавлені недоліків, властивих АІС 1-го покоління.

Функціонування АІС пов'язано з накопиченням і обробкою інформації. Під інформацією розуміється сукупність знань про фактичні данні і залежності між ними. У ЕОМ поняття інформації і даних часто ототожнюються. Але якщо бути точними, то дані - це інформація, подана у формі, необхідної для введення її в ЕОМ, збереження, обробки і видачі споживачам.

Інформація, яка вводиться в АІС і видається системою користувачу, представляється у виді документів. Документ - це матеріальний об'єкт, який містить інформацію, що має відповідно до чинного законодавства правове значення ,і призначену для передачі і використання. Джерелом інформації в АІС є люди і датчики, споживачами - люди (користувачі).

Звертання користувачів до АІС здійснюється у виді запитів. Запит - це формалізоване повідомлення, що надходить на вхід системи .Він включає умову на пошук даних , а також вказівку про те, що необхідно проробити зі знайденими даними.

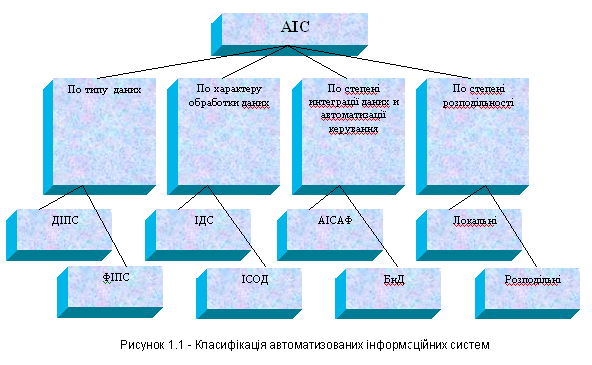
Інтерпретація введених запитів, виконання дій, зазначених у них, формування і вивід повідомлень і документів складають основні етапи роботи АІС. У цілому під автоматизованою інформаційною системою розуміється сукупність інформаційних масивів, технічних, програмних і мовних засобів, призначених для збору, збереження, пошуку, обробки і видачі даних по запитах користувачів.

Використання АІС може здійснюватися одним із двох способів, суть яких полягає в наступному.

1. Автономне функціонування системи, при якому АІС не входить до складу інших систем і використовується самостійно. Прикладом можуть служити такі АІС, як документальні (бібліотечні) інформаційно-пошукові системи, а також системи резервування авіа - і залізничних квитків типу "Сирена" і "Експрес", у яких відповіддю на запит пасажира є документ у вигляді квитка або повідомлення про відсутність вільних місць.

2 Використання АІС у якості складової частини іншої автоматизованої системи. У цьому випадку вихідні дані можуть застосовуватися не тільки кінцевими користувачами, але й іншими компонентами цієї автоматизованої системи з метою подальшої обробки і застосування у виробничому процесі. Так, у навчальних системах АІС містить досліджуваний матеріал, набір питань, задач і відповідей, у САПР - нормативно-довідкову інформацію, зведення про ДСТ і інші дані, в АСУ - всю інформацію, необхідну для керування підприємством, тобто для аналізу, оцінки, прогнозування, виробітки рішень, планування, контролю виконання.

Інформаційні системи можна класифікувати по ряду ознак. в основу класифікації, приведеної на рис. 1.1. , покладені найбільше істотні ознаки, що характеризують можливості й особливості сучасних АІС.



Документальні інформаційно-пошукові системи (ДІПС) призначені для збереження і обробки документальних даних - адрес збереження документів. Такі дані представляються в неструктурованому виді. Прикладом ДІПС є бібліотечні, бібліографічні АІС. На відміну від систем цього класу фактографічні інформаційно-пошукові системи (ФІПС) зберігають і оброблюють фактографічну інформацію - структуровані дані у вигляді чисел і текстів. Над такими даними можна виконувати різні операції. Більшість АІС являють собою система класу ФІПС.

Друга ознака класифікації поділяє інформаційні системи на дві групи: до першої відносяться інформаційно-довідкові системи (ІДС), , які виконують пошук і вивід інформації без її обробки. Автоматизовані інформаційні системи обробки даних (АІСОД, ІСОД), що відносяться до другої групи, сполучать у собі інформаційно-довідкову систему із системою обробки даних. Обробка знайдених даних виконується комплексом прикладних програм. Більшість АІС побудована по принципу ІСОД.

Ступінь інтеграції даних і автоматизації керування ними є найважливішою ознакою класифікації АІС. У ранніх системах - АІС на автономних файлах (АІС АФ) - принцип інтеграції даних практично не використовувався, а рівень автоматизації керування файлами був порівняно низьким. Такі системи застосовуються і в даний час; вони ефективні у випадку вузького, спеціалізованого використання невеликим колом осіб. Високим ступенем інтеграції володіють банки даних (БнД).

У порівнянні з АІС на автономних файлах у БнД збережена інформація зосереджена в єдиному інформаційному масиві - базі даних (БД), а процес маніпулювання даними автоматизований.

Останній із приведених ознак класифікації враховує розподільність компонентів АІС: локальна система розміщення на однієї ЕОМ, у той час як розподілена система функціонує в середовищі обчислювальної мережі і розподілена по її вузлах (серверам і робочим станціям).

Адаптивні системи

**Адаптивна система** - система, яка в процесі еволюції і функціонування демонструє здатність системи до цілеспрямованого пристосовування поведінки в складних середовищах. Адаптивна система може пристосовуватися до змін як внутрішніх, так і зовнішніх умов.

Особливості адаптивних систем у порівнянні з функціонуванням технічних систем:

* нестаціонарність (змінність) окремих параметрів системи і стохастичність її поведінки;
* унікальність і непередбачуваність поведінки системи в конкретних умовах. Завдяки наявності активних елементів система може поводитися довільно, але в той же час можливості її обмежені наявними ресурсами (елементами, їх властивостями) і характерними для певного типу систем структурними зв'язками;
* здатність змінювати свою структуру і формувати варіанти поведінки, зберігаючи цілісність і основні властивості (в технічних і технологічних системах зміна структури, як правило, призводить до порушення функціонування системи або навіть до припинення існування як такої);
* здатність протистояти руйнівним (ентропійним) тенденціям. В системах c активними елементами не виконується закономірність зростання ентропії і навіть спостерігаються негентропійні тенденції, тобто власне самоорганізація;
* здатність адаптуватися до змінних умов. Це добре по відношенню до підбурюючих впливів і завад, але погано, коли адаптивність проявляється і до керуючих впливів, ускладнюючи управління системою;
* здатність і прагнення до цілеспрямованості;
* принципова нерівновага.

*Типи адаптивних систем*

* **Система з самонавчанням** - система, в якій накопичення досвіду (запам'ятовування інформації) виражається в зміні важливих для системи параметрів, суттєвих для мети системи. Відповідно до змін зовнішнього середовища змінюється спосіб функціонування системи.
* **Системи з самоорганізацією** - адаптивні система, в яких накопичення досвіду, запам'ятовування і структуризація інформації виражається в зміні структури системи і рівня її організації. Здатна до адаптації в умовах постійних змін зовнішніх і внутрішніх факторів.

*Системи з самоорганізацією*

Це системи, які самостійно виробляють цілі свого розвитку та критерії їх досягнення, змінюють свої параметри, структуру та інші характеристики в заданому напрямку. Здатні поєднувати в собі спрямований процес еволюції на основі генетичної інформації, яка отримана від батьківських систем, і адаптацію до змін зовнішнього середовища та внутрішньої організації системи.  
  
Основною особливістю організації систем, що розвиваються є наявність підсистеми розмноження, що забезпечує породження собі подібних систем при досягненні достатнього розвитку поточної системи і наявності певних умов в ній і в зовнішньому середовищі.

*Системи з самонавчанням*

Це системи, які в процесі розвитку проходять процес навчання, накопичуючи досвід, мають здатність самостійно шукати критерії якості свого функціонування. Це природні або людино-машинна системи, які здатні засвоювати знання і згодом застосовувати їх при виборі режимів функціонування.

В основі самонавчальних систем лежать методи автоматичної класифікації прикладів ситуацій реальної практики (*навчання на прикладах*). Приклади реальних ситуацій накопичуються за деякий історичний період і складають навчальну вибірку. Ці приклади описуються множиною ознак класифікації.

Для навчання системи можуть бути використані різні стратегії:

* Стратегія **«навчання з учителем**» припускає, що для кожного прикладу завдаються ознаки, які показують його належність до певного класу ситуацій.
* При **«навчанні без учителя»** система повинна самостійно виділяти класи ситуацій за ступенем близькості класифікаційних ознак.

В результаті навчання системи автоматично будуються узагальнені правила або функції, що визначають належність ситуацій до класів, якими навчена система користується при інтерпретації нових ситуацій. Автоматично формується база знань, яка використовується при вирішенні задач класифікації і прогнозування. Ця база знань періодично автоматично коректується в міру накопичення досвіду реальних ситуацій, що дозволяє скоротити витрати на її створення та оновлення.

*Типова схема функціонування адаптивної системи*

Функціонування інтелектуальної системи можна описати як постійне прийняття рішень на основі аналізу поточних ситуацій для досягнення певних цілей.

Етапи типової схеми функціонування адаптивної системи:

1. Безпосереднє сприйняття зовнішньої ситуації; результатом є формування первинного опису ситуації.
2. Порівняння первинного опису зі знаннями системи і поповнення цього опису. Результатом є формування вторинного опису ситуації в термінах знань системи. Цей процес можна розглядати як процес розуміння ситуації, або як процес перекладу первинного опису на внутрішню мову системи. При цьому можуть змінюватися внутрішній стан системи та її знання. Вторинний опис може бути не єдиним, і система може вибирати між різними вторинними описами. Крім того, система в процесі роботи може переходити від одного вторинного опису до іншого. Якщо ми можна формально задати форми внутрішнього представлення опису ситуацій та операції над ними, можна сподіватися на певний автоматизований аналіз цих описів.
3. Планування цілеспрямованих дій та прийняття рішень, тобто аналіз можливих дій та їх наслідків і вибір тієї дії, яка краще за все поєднується з метою системи. Це рішення формулюється деякою внутрішньою мовою (свідомо чи підсвідомо).
4. Зворотна інтерпретація прийнятого рішення, тобто формування робочого алгоритму для здійснення реакції системи.
5. Реалізація реакції системи; наслідком є ​​зміна зовнішньої ситуації і внутрішнього стану системи.