

Синергетика: становлення наукової парадигми

д.філол.н., проф., проф. кафедри англійської філології та
лінгводидактики Запорізького національного університету

Ельдар Веремчук

План

1. Синергетика в історичній ретроспективі.
2. Науково-філософські підвалини синергетики.
3. Сучасна багатовимірність синергетичної парадигми
4. Об'єкт і предмет синергетики.
5. Завдання синергетики.

1. Синергетика в історичній ретроспективі.

Походження назви

- ▶ «Синергетика» походить від грецького *sinergeia*, що означає «сукупна дія».
- ▶ Термін був введений у соціологію на початку XX століття науковцем Ф.Лестером
- ▶ Як науковий напрям синергетика виокремилася лише в II половині XX століття (І. Пригожин, Г. Хакен)
- ▶ Пояснення обрання терміна Г. Хакеном: «Я обрав слово *синергетика* тому, що за багатьма дисциплінами в науці закріплені грецькі терміни. Я шукав таке слово, котре виражало б сумісну діяльність, спільну енергію щось зробити, оскільки системи самоорганізуються, і тому може здатись, що вони намагаються породити нові структури... Я мав на меті привести до руху нову область науки, яка займається вищезазначеними проблемами. Я вже тоді помітив, що існує надзвичайна суміжність між принципами роботи лазера та соціальними законами, законом еволюції»

- ▶ Тектологія - теорія про єдність системного устрою світу.
- ▶ Система - сукупність об'єктів однакової або різної природи, які знаходяться у взаємному зв'язку, завдяки чому ця сукупність набуває цілісності, тобто нові функції й якості, що не випливають з функцій і якості складових частин сукупності.

2. Науково-філософські підвалини синергетики.

- ▶ **наукові:**
 - ▶ природничі дисципліни;
 - ▶ методологія пізнання;
 - ▶ суспільні науки.
- ▶ **філософські**

Наукові передумови

- ▶ Теорія катастроф (*Рене Том*): вивчення стрибкоподібних фазових переходів у системах.
- ▶ Теорія дисипативних структур (*Ілля Пригожин*): опис самоорганізації відкритих систем.
- ▶ Кібернетика (*Норберт Вінер*): наука про управління та зв'язок, ввела поняття гомеостазу.
- ▶ Еволюційна біологія (*Чарльз Дарвін*): принципи розвитку видів.
- ▶ Термодинаміка (*Рудольф Клаузіус*): другий закон — принцип зростання ентропії.
- ▶ Квантова фізика (*Нільс Бор*): принципи когерентних коливань.
- ▶ Автопоезис: здатність біосистем до самовідтворення.

Методологія пізнання:

- ▶ **Теорія системного еволюціонізму** (*Е. Янч*): Розглядає еволюцію як процес самоорганізації, що охоплює не лише біологічні, а й соціальні та космічні системи.
- ▶ **Системна філософія** (*М. Борн, Г. Гудмен, Е. Ласло*): Пропонує новий підхід до пізнання, де світ сприймається як єдина, взаємопов'язана система.
- ▶ **«Критичний раціоналізм»** (*П. Фейєрабенд*): Акцентує увагу на ідеях, які виходять за рамки традиційної науки, що сприяє міждисциплінарному підходу синергетики.

Суспільні науки

- ▶ Ідеї «відкритого» й «закритого» суспільства (А. Бергсон, К.Поппер).
- ▶ Соціальні феномени: «повстання мас», «боротьба поколінь», «ідея міста» (Х. Ортега-і-Гассет).
- ▶ Діалектика культурних форм, роль хаосу та криз (П. Сорокін).
- ▶ Біфуркаційний розвиток і зіткнення цивілізацій (С. Хантингтон).

Філософські передумови

- **Античність (Стоїки):** синергія як взаємоузгодження людини з логосом; свобода через гармонію, хаос через дисонанс.
- **Середньовічна філософія:**
 - **Християнство** – синергія людини і Бога через розум (католицизм) або віру й любов (православ'я); вибір між гармонією з Богом і хаосом пристрастей.
 - **Протестантизм** – синергія через правильні рішення в повсякденному житті; прагматичний підхід.
 - **Пантеїзм (Б. Спіноза):** синергія Бога і людини через пізнання логічно впорядкованого світу.
- **Новітні концепції:**
 - **Гегель** – об'єктивний Дух як синергія загального і індивідуального.
 - **Екзистенціалісти** – справжнє життя проявляється у критичних ситуаціях (точки біфуркації).

Сучасна багатовимірність синергетичної парадигми

- **Синергетика** – багатовимірний феномен, що ускладнює визначення її наукового статусу.

- **Три ключові аспекти:**

- ▶ Синергетика як картина світу.
- ▶ Синергетика як методологія.
- ▶ Синергетика як наука.

- **Фундамент:** синергетичні моделі, математичне моделювання, механізми еволюції складних систем.

- **Надбудова:** синергетика як метанаука, філософія.

Основні наукові та філософські виміри

- ▶ **Науковий:** вивчення складності, нелінійності, хаосу; самоорганізація, коеволюція, локалізовані структури.
- ▶ **Філософський:** міждисциплінарність, вивчення універсальних закономірностей виникнення і коеволюції складних структур.
- ▶ **Методологічний:** нове бачення світу - еволюційне, нелінійне, холістичне; зміна старих парадигм, перехід від стійкості до хаосу, підґрунтя для інновацій.
- ▶ **Соціальний:** застосування синергетичних моделей для вивчення складних соціальних процесів, прогнозування, нелінійні методи управління.
- ▶ **Футурологічний:** нетрадиційна методологія прогнозування; майбутнє відкрито, хаотичні елементи та «дивні атрактори» роблять його непередбачуваним.

- ▶ **Епістемологічний:** дослідження когнітивних та креативних процесів людини.
- ▶ **Гуманітарний:** дослідження складних систем, створених людиною (мова, соціальні системи); фокус на результатах діяльності людини. Комплементарність епістемологічного і гуманітарного вимірів.

4. Об'єкт і предмет синергетики

- ▶ Об'єкт синергетики - складні відкриті динамічні нерівноважні нелінійні системи.
- ▶ Предмет синергетики - самоорганізація та саморегуляція таких систем.

Параметри синергетичної системи:

- ▶ Складність
- ▶ Відкритість
- ▶ Динамічність
- ▶ Нерівноважність
- ▶ Нелінійність
- ▶ Фрактальність

Складність системи

- Система складається з компонентів, пов'язаних різними типами зв'язків:
 - ієрархічні
 - структурні
 - інклюзивні
 - партитативні
 - причинно-наслідкові
- Суть системи не зводиться до суми компонентів – важлива мережа взаємозв'язків.
- Складність – характерна риса відкритих і динамічних систем.

Приклад: складна соціальна система – місто, де взаємодіють економічні, культурні та адміністративні підсистеми.

Відкритість системи

- Система обмінюється матерією, енергією та інформацією з оточенням.
- Взаємодія із середовищем спричиняє зміни та реорганізацію системи.
- Зовнішній вплив викликає **флуктуації** – випадкові відхилення від рівноваги.

Приклад: передача тепла між тілами, електричний струм, рух повітряних мас (вітер).

Динамічний характер системи

- Флуктуації можуть:
 - бути слабкими – система залишається стабільною
 - бути сильними – система виходить зі стану рівноваги
- Сильні флуктуації можуть призвести до:
 - формування нових структур
 - диференціації елементів
 - руйнування системи

Приклад: перехід води у пар під впливом температури; зміна політичного режиму внаслідок соціального протесту.

Нерівноважність системи

- ▶ Точка біфуркації - критичний момент, коли майбутнє системи стає невизначеним.
- ▶ Від точки біфуркації система може:
 - ▶ розвиватися новим шляхом
 - ▶ змінювати структуру
 - ▶ руйнуватися

Приклад: економічна криза, яка може призвести до відновлення ринку або банкрутства компаній; біфуркація в екологічній системі - масштабні зміни після кліматичних катаклізмів.

Нелінійність

- Майбутній стан не визначений заздалегідь.
- Прогнозування ускладнене через «ступінь свободи» елементів.
- Базується на невизначеності буття (онтологічний індетермінізм, принцип Гейзенберга).

- **Зона біфуркації** («поріг нерівноважності»):

- Характеризується непередбачуваністю.

- Можливі два варіанти:

- 1. Система руйнується через хаотичні процеси.

- 2. Народжується нова, більш упорядкована структура.

- **Роль сил у системі:**

- Створююча сила формує структури.

- Руйнівна сила розсіює та знищує неоднорідності.

- Перемога творчої сили → **самоорганізація**, спонтанне зародження нових структур.

- **Умови для самоорганізації:**

- Безперервний потік матерії, енергії та інформації.

- Джерела системи повинні перевищувати втрати (дисипацію).

Атрактор системи

- **Атрактор** – відносно стабільний стан системи, який «притягує» всі потенційні траєкторії розвитку.
- **Мета** самоорганізації – рух системи до атрактора.
- **Вибір** шляху обумовлений:
 - сприятливістю для протистояння зовнішнім впливам
 - мінімальними енергетичними затратами («лінія найменшого опору»)
- **Гомеостаз** – механізм підтримки системою стабільного стану при коливаннях параметрів.

Приклад: регулювання температури тіла людини, підтримка балансу в економічних моделях.

Репелери та еволюційні переходи

- **Репелери** – небажані стани, які «відштовхують» систему від рівноваги.
- Еволюція системи – постійний перехід між атракторами через періоди ентропії (безладу).
- Час перебування системи в певному стані залежить від внутрішніх і зовнішніх факторів.
- **Автوپоезис (autopoiesis)** – здатність системи самостійно створювати та відновлювати себе.

Приклад: ріст організму, розвиток мовної системи, саморегуляція соціальних структур.

Порядок і хаос у системі

- **Порядок** – стан впорядкованості та стабільності системи; усталені зв'язки між компонентами.
- **Хаос** – стан безладу, руйнації усталених зв'язків, нестабільності.
- Класична наука розглядає хаос як деструктивний процес, синергетика – як **конструктивний**.
- Хаос стимулює **самоорганізацію** та народження нових структур.

5. Завдання синергетики

- ▶ Виявлення різноманітних режимів відкритих, динамічних та нелінійних систем, здатних до самоорганізації.
- ▶ Дослідження і моделювання процесів самоорганізації (фазових переходів), пошук спектра атракторів і зон їх тяжіння.
- ▶ Виділення етапів формування, функціонування та розпаду складних структур у нелінійному середовищі.

Приклад: аналіз змін кліматичних систем або соціальних структур.

Альтернативні шляхи розвитку систем

- ▶ Дослідження можливих альтернатив розвитку системи:
- ▶ Переосмислення понять «випадковість», «хаос», «порядок».
- ▶ Акцент на процесах нестійкості та динамічного хаосу, що породжують новий порядок.

Приклад: виникнення нових ринкових або культурних моделей після кризових подій.

Коеволюція та різнорівневі підсистеми

- ▶ Синергетична система об'єднує різнорівневі підсистеми, що коеволюціонують з різною швидкістю.
- ▶ Відмова від принципу гомогенізації системи.
- ▶ Складна структура може включати елементи різного рівня розвитку.

Приклад: людське тіло - одночасно рудиментарні органи (куприк) та високорозвинена кора головного мозку.

синергетика+лінгвістика=лінгвосинергетика

- ▶ **Мова як складна система:** фонеми, слова, граматика взаємодіють динамічно.
- ▶ **Самоорганізація та зміни:** біфуркації, атрактори та репелери пояснюють виникнення нових норм, стилів, запозичень.
- ▶ **Міждисциплінарний підхід:** поєднання математики, теорії складних систем та когнітивних наук для моделювання мови, розробка штучного інтелекту.
- ▶ **Прогнозування мовних процесів:** аналіз мовних змін у текстах, комунікаціях та соціальних мережах.