

# НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ВИРІШЕННЯ ПЕДАГОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ГЛОБАЛІЗОВАНОГО СВІТУ



Наука -  
школі

*У статті розкриваються ключові поняття синергетики як міждисциплінарного підходу. Визначаються особливості синергетичного підходу до пізнання педагогічних проблем, глибинного проникнення в педагогічні процеси і пошуку ефективних механізмів впливу на їх розвиток.*

УДК 005.44:37.013

**Ключові слова:** синергетика самоорганізація, нелінійний розвиток, аттрактор, біфуркація, фрактал, спрямований розвиток.

Сьогодні в науці переважаючим залишається погляд на історичний розвиток наукового знання як на лінійний процес. У розумінні його розвитку переважає *принцип кумулятивності*: приріст наукового знання відбувається поступово та безперервно, накопичуючи зерна наукової істини. На основі цього уявлення розгортається й *принцип відповідності*: нова наукова теорія не заперечує повністю стару, а включає її як окремий випадок у свої рамки. Тому, хоча конкретні наукові відкриття передбачити неможливо, але можна уявити в загальних рисах магістральний шлях розвитку науки.

Розвиток науки у ХХ сторіччі показав, що лінійні уявлення про науковий прогрес неправомірно спрощують хід розвитку науки та не дають відповіді на питання, пов'язані з процесами саморозвитку відкритих систем. Як результат невдоволеності обмеженістю можливостей

наукових інструментів лінійного підходу та досягненнями в галузі квантової фізики, сформувався інший, нетрадиційний погляд на історичний розвиток наукового знання. Такий погляд ґрунтується на моделях і методологічних наслідках *теорії самоорганізації – синергетики* – напрямку міждисциплінарних наукових досліджень, що інтенсивно розвивається.

Синергетичні явища було виокремлено фізиками та представлено в природничо-наукових моделях. Тому найчастіше описуються абстрактною математичною мовою. Цілком природно, що в перші десятиріччя поширення синергетичних поглядів виникло принципове питання: чи може бути використана



**Віра ЗОЦ**

Провідний науковий співробітник лабораторії педагогічних інновацій Інституту педагогіки НАПН України, кандидат педагогічних наук, доцент

синергетика для аналізу когнітивних процесів, при обробці інформації у творчих процесах і процесах розвитку науки як сфери культури. Дослідження вчених за останні два десятиріччя (Буданов В., Князева О., Кемпбелл Д., Малинецький Г., Моїсєєв А., Плоткін Г., Поппер К., Тулмін С.) довели, що синергетика може бути ефективним науковим інструментом дослідження когнітивних процесів, бо вона спрямована на розкриття універсальних механізмів самоорганізації складних систем, як природних, так і „людиномірних”, зокрема когнітивних.

„Когнітивний апарат людини (його можливості та межі) є результатом глобального еволюційного процесу, продуктом, що виник у ході адаптації людини до світу та виживання в ньому через відбір і накопичення цінної інформації. У рамках еволюційної епістемології досліджуються також теоретико-пізнавальні й антропологічні наслідки, що витікають із цієї тези. Еволюційним епістемологам вдається пояснити ряд цікавих феноменів у історії та ряд фундаментальних помилок колективного людського розуму” (Князева О.).

Синергетика дає можливості поглибити та розвинути цей підхід. Існує фундаментальна спільність зразків (паттернів) саморозвитку та самоорганізації різних за походженням систем, що і є предметом синергетики. Синергетичні механізми в розвитку наукової діяльності та наукового знання діють незалежно від намірів і вільних творчих прагнень учених. Але синергетичний підхід – це лише один із ракурсів дослідження когнітивної діяльності. Доповненням до нього є ракурс суто людський, екзистенційний і етичний: дослідження руху наукової спільноти з точки зору свободи й етичної відповідальності кожного вченого як самостійного індивіда. Особливо цінним є те, що синергетика ставить перед психологами,

освітянами, епістемологами нові, нестандартні питання, які відкривають перспективу досліджень у спеціальних областях. Дослідження когнітивних процесів через синергетичний підхід висвітлює природу механізмів інтуїції, інноваційних процесів.

Г. Хакен [8] підкреслює, що властивості самоорганізації виявляють об'єкти різної природи. Процеси самоорганізації відбуваються за рахунок перебудови існуючих і утворення нових зв'язків між елементами системи. Особливістю процесів самоорганізації є їх цілеспрямований, а разом з тим, природний, спонтанний характер. Вони протікають у взаємодії системи з оточуючим середовищем, і водночас, у тій чи іншій мірі, автономно, відносно незалежно від середовища. Процес самоорганізації відбувається в результаті взаємодії випадковості та необхідності й пов'язаний з переходом від нерівноважності до рівноважності. У деяких педагогічних джерелах синергетика розглядається як інструмент дослідження процесів переходу складних систем із невпорядкованого до впорядкованого стану, відкриваючи такі зв'язки між елементами системи, за яких їх сумарна дія в рамках системи перевищує за своїм ефектом суму дій кожного з цих елементів окремо, що власне є ефектом синергії.

*Самоорганізація* пов'язана з визнанням здатності різних систем до саморозвитку не лише за рахунок притоку енергії, інформації, речовини ззовні, але й за рахунок використання їх внутрішніх можливостей.

Коротко охарактеризувати **сутність синергетичного підходу** можна через *три основні ідеї*:

- а) принципова відкритість (незамкнутість) систем наукового знання;
- б) нелінійність наукового прогнозу;
- в) самоорганізація когнітивних систем.

Нелінійність розвитку наукового знання може бути розгорнута через ідеї багатоваріантності, альтернативності шляхів розвитку науки (різноманітності підходів, напрямів, традицій як передумови прогресу), ідеї вибору з альтернатив у точках біфуркації, ідеї незворотності еволюції та втрати можливостей та ідеї варіації темпів еволюції науки.

Синергетика виходить із принципу еволюційного розвитку оточуючого світу за нелінійними законами. Ця ідея виражається в багатоваріантності або альтернативності вибору.

„У системі освіти багатоваріантність означає створення в освітньому середовищі умов вибору та надання кожному суб'єкту можливості індивідуального руху до успіху, стимулювання самостійності вибору та прийняття відповідального рішення, забезпечення розвитку альтернативного та самостійного шляху. Більш конкретно такий вибір полягає в можливості визначати індивідуальну траєкторію в освіті, темп навчання, досягати різного рівня освіченості, вибирати тип навчального закладу, навчальні дисципліни та викладачів, форми та методи навчання, індивідуальні засоби та методики, творчі завдання і т. ін.” [7].

Синергетична концепція може бути використана для пізнання таких складних нелінійних, відкритих систем, як суспільство, різних його підсистем, зокрема педагогіки. Інтерпретація педагогічних явищ з точки зору синергетики дасть можливість не лише прогнозувати їх розвиток, але й оцінювати розвиток педагогічних систем у взаємозв'язку явищ ентропії та самоорганізації, виділення сутнісних явищ інноваційного розвитку.

„Картина еволюційного плину науки як чітко окресленого повноводного русла, поглинаючого всі побічні течії та цілком передбачуваного, з синергетичної точки зору є недостатньою. Еволюція парадок-

сальним чином включає в себе й інволюцію. А прогрес, по суті, неможливий без відступів і повернень до старого. Мають місце не лише тенденції ускладнення організації систем знання, але й пониження ступеню складності. Реально відбувається не лише зростання пластичності, але й зростання жорсткості, ригідності наукових систем, що в подальшому призводить до їх зламу, суттєвої модифікації в епоху наукової революції. Кожна нова наукова ідея проходить шлях від первинного несприймання до ейфоричного вітання та поступового виродження в догму” [3]. Неможливо вести науковий пошук не помиляючись, не блукаючи лабіринтами припущень, здогадок, розчарувань.

Ще рано говорити про синергетичне бачення когнітивних процесів як загальноприйняте та достатньо розроблене. Але очевидно, що синергетика, маючи природничо-наукову основу, зародившись у дослідженнях термодинаміки та нелінійного аналізу, здійснює експансію в найрізноманітніші, навіть досить віддалені від природознавства, області знань. Адже синергетика виявляє універсальні зразки самоорганізації й еволюції складних систем, як природних, так і гуманітарних.

Процес самоорганізації являє собою довільне, спонтанне виникнення, певною мірою стійке існування у відкритих нерівноважних системах нових структур. У педагогічній системі самоорганізація виникає у взаємодії учня та педагога, змісті навчання та діяльності вчителя, спонтанній комунікації учнів і засобів педагогічного впливу на них, потребах у саморозвитку учнів і вчителів та наявних ресурсах для цього процесу.

Перешкодами на шляху впровадження ідей синергетики в освіту є традиційне педагогічне мислення та впевненість розробників змісту освіти в тому, що має пройти не

менше півстоліття між утвердженням пізнавальної моделі в науці та її адаптацією в освіті [2].

Однак упровадження принципів синергетики в педагогічну теорію та практику набуває все більшої актуальності. Без їх усвідомлення та використання як інструментів еволюційного розвитку неможливо успішно розвиватися в глобалізованому світі, де всі складові еволюційних процесів ускладнюються та пришвидшуються. За останні роки різні аспекти використання синергетики в педагогічній теорії розглядалися у роботах В.А. Аршинова, В.Г. Буданова, В.В. Василькової, В.А. Ігнатової, О.Н. Князевої, С.П. Курдюмова, Г.Г. Малинецького, І.Г. Осадчого, О.А. Солодової, М.М. Таланчука, Л.М. Макарової, Ю.В. Шароніна, С.С. Шевельової.

У 2012-2013 рр. глибокий аналіз закономірностей синергетики в педагогічній теорії здійснив *І.Г. Осадчий*. У 2013 р. він підготував монографію, яка є однією з перших фундаментальних наукових праць з педагогіки, у якій дослідження розвитку освітніх систем здійснено на основі закономірностей синергетики. „Аналіз генезису теоретико-методологічних засад дослідження складних об'єктів і в подальшому здійснення оцінки існуючим і запропонованим засобам та способам забезпечення спрямованого розвитку системи загальної середньої освіти (...) виконано в контексті сучасних загальнонаукових уявлень про виникнення та розвиток складних об'єктів соціальної природи” [4].

У монографії також описано синергетичну парадигму світобачення, стани відкритих систем та підходи до управління ними, траєкторії розвитку складних об'єктів, теорію функціонування та спрямованого розвитку освітніх систем. „Доведено, що спрямований розвиток є ефективним механізмом реформування

освітніх систем. Теоретично обґрунтовано, що спрямований розвиток можливий лише в межах одного якісного перетворення (переходу між найближчими якісними станами)” [4].

*Синергетика має свій науковий апарат*, свою мову. Основними з них, первинними є мова таких понять, як: аттрактори та біфуркації, фрактали та детермінований хаос. Щоб зробити цю мову доступною кожній освіченій людині, треба подати синергетичні ідеї у вигляді образів культури, „співвіднести їх із наявною концептуальною та візуальною сіткою кожної культурної людини. У той же час не спотворивши ці ідеї та не втративши того багатого світоглядного змісту, який за ним стоїть” [3].

*Аттрактор* – від латинського *attrahere* – притягувати. Це відносно стійкий стан системи, в якому вона може притягувати до себе множинність траєкторій, за якими може розвиватись надалі. Аттрактор – сукупність внутрішніх і зовнішніх умов, що сприяють „вибору” системою, здатною до самоорганізації, одного з варіантів стійкого розвитку, ідеальний кінцевий стан до якого прагне система в своєму розвитку. Аттрактор можна розглядати і як потенційний стан системи, до якого вона еволюціонує. Процеси самоорганізації мають цілеспрямований характер. Аттрактор із цієї точки зору виступає як ціль, яка спрямовує поведінку нелінійної системи. Іноді аттрактор розглядається як новостворена структура, на яку система виходить після точки біфуркації (наприклад, гірське озеро, в яке збігають струмки з оточуючої місцевості: озеро – аттрактор; рел'єф місцевості, що спрямовує ці струмки – закони еволюції). Наявність флуктуацій і вірогідний характер взаємодії знову переведуть систему в невірноваже-

ний стан – до нової біфуркації, а потім – до виходу на інший аттрактор.

*Біфуркація* на рівні математичного опису означає галуження рішень нелінійного диференційного рівняння. Фізичний зміст біфуркації такий: точка біфуркації – це точка галуження шляхів еволюції відкритої нелінійної системи, точка, з якої система може розпочати розвиток у новому напрямку. Наприклад, вибір маршруту руху в заданому напрямку, вибір школи для дитини, вибір супутника життя або місця проживання.

Нелінійний розвиток системи, коли малий, незначний вплив на неї призводить до принципово нового результату, називається біфуркацією.

Відповідно до синергетичних уявлень, у нелінійному середовищі існує спектр можливих структур розвитку даної системи. Таким чином, розвиток являє собою ініціювання потенційно існуючого в системі порядку, а не наведення порядку ззовні.

*Фрактали* – це як „затравка” в момент початку (на певному рівні) самоорганізації, з якої нова структура виростає до макрорівня в тому ж вигляді (наприклад, струмок, полум'я, кристалічна структура). Фракталами називають такі об'єкти, які мають властивості самоподібності, або масштабної інваріантності. Це означає, що малий фрагмент структури такого об'єкту подібний до іншого, більш крупного фрагменту або навіть структури в цілому. „В якості одного з біологічних прикладів фрактального об'єкту вказують на легені людини, в яких кожен бронх розгалужується на більш дрібні бронхи, а ті, в свою чергу, на ще більш дрібні, однак кожне розгалуження ідентичне по конфігурації, але відрізняється від інших розміром” [5].

Синергетика відкриває можливість різнорівневого всепроникаючого зв'язку в складних системах між фрактальними об'єктами. У таких

системах різні рівні організації типу *людина – суспільство, сім'я – соціум* можуть повторювати один одного. А тому може відкритися можливість визначати характер процесів на великих масштабах, знаючи їх хід на малих, і навпаки.

Синергетика розкриває багатомірність хаосу (умовно кажучи, його різновидності). Хаос – не обов'язково зло. „Сьогодні вже зрозумілі механізми розростання мікрофлуктуацій в макроструктурі. Дисипація на фоні нелінійних зв'язків у середовищі працює на зразок ножа скульптора, який поступово, але цілеспрямовано всього лише відсікає все „зайве” від кам'яної глиби. Дисипативні процеси, розсіяння є, по суті справи, макроскопічний вияв хаосу, що існує на мікрорівні. Отже, хаос – не зло, не фактор руйнування, а сила, що виводить на аттрактор, на тенденцію самоструктурування нелінійного середовища” [3].

Хаотичні процеси в детермінованих нелінійних системах – одна з фундаментальних проблем сучасного природознавства. Доведено, що в таких системах причиною генерування складних коливальних процесів є невелика кількість ступенів свободи та не наявність флуктуацій, а експоненційна нестійкість режимів. Можливість таких явищ розумів і передбачав ще А. Пуанкаре [6]. У 1908 році в книзі „Наука і метод” він писав: „Зовсім незначна причина, невловима за своєю незначущістю, викликає значну дію, яку ми не можемо передбачити. Передбачення стає неможливим, ми маємо перед собою явище випадкове”. Розглядати всі сторони хаосу, всі сторони взаємостановлення хаосу та порядку не є завданням цієї статті. Але є сенс визначити, *в чому виявляється конструктивна роль хаосу* в процесах самоорганізації.

По-перше, хаос необхідний для виходу системи на один із аттрак-

торів, на одну з можливих структур. У науковому середовищі це необхідна умова внутрішньо динамічного розвитку науки за рахунок різноманітності наукових ідей і концепцій.

По-друге, хаос лежить в основі механізму об'єднання простих структур у складні, механізму узгодження темпів їх еволюції. Хаос тут виступає як засіб ускладнення організації та як засіб гармонізації темпів розвитку різних

фрагментів складної структури.

По-третє, хаос може виступати як механізм переключення, зміни різних режимів розвитку системи, переходів від однієї відносно стійкої структури до іншої. Хаос замикає цикли взаємного переключення режимів ( $HS - LS$  і навпаки). Оскільки розпад складних структур є неминучим через невірноваженість поблизу моменту загострення, то хаос в цьому сенсі є засобом боротьби зі „смертю” (за О. Князєвою).

Організація (структура) існує лише тому, що вона існує обмежений час. „Жити обмежений час, щоб взагалі жити! Всередині життя імманентно заклучена смерть”. Лише смертне здатне до самоорганізації.

Як зазначає В.Д. Грачов, розповсюдження синергетичних ідей у сучасних умовах стало могутнім фактором, що сприяє нівелюванню кордонів між природознавством і суспільствознавством, і побудові універсальної еволюційної картини світу; засобом гуманізації освіти; своєрідним методологічним інструментом при дослідженні масової психології, а також механізмів творчості [1].

Для подальшого просування синергетики в процесі дослідження педагогічних явищ, необхідно перекинути місток між поняттями традиційної педагогіки та синергетики. Одна з таких спроб здійснена

Таблиця 1

## Співвідношення понять синергетики та традиційної педагогіки

Основні поняття синергетики	Поняття педагогіки
Самоорганізація	Це процес або сукупність процесів, які відбуваються в системі та сприяють підтриманню її оптимального функціонування, самовідновленню та самозміні даної системи освіти.
Стан нерівноважності нелінійного середовища	Невизначеність та можливість вибору, здатність до якого слід вважати життєво важливою якістю людини, яка знаходиться в критичних ситуаціях, аномальних умовах існування та виживання.
Хаос	Виникнення ситуацій невизначеності, відсутність єдиного рішення та підходу, проблемна ситуація. Неорганізовані та спонтанні прагнення того, хто навчається.
Випадковість	Відмова від жорстких навчальних програм, домінування важливості імпровізації, інтуїції, здатність змінити весь сценарій заняття через випадкову реакцію учня або незначну життєву подію.
Біфуркація	Альтернативне віяло можливостей. Критичний момент невизначеності майбутнього розвитку.
Аттрактор	Відносно стійкі можливі стани, на які виходять процеси еволюції у відкритому нелінійному середовищі; зокрема визначеність майбутнього, тобто майбутній стан системи ніби „притягує, організовує, формує, змінює” її нинішній стан.
Флуктуація	Постійні зміни, коливання та відхилення створюють стан нестабільності, нерівномірності.

С.Н. Симоновим, доктором медичних наук, професором (таблиця 1).

Ми не згодні з педагогічним трактуванням поняття флуктуації й тим, що педагогічні поняття розглядаються то з позиції системи, то з позиції особистості. Але спроба співвідношення цих понять є важливою та цінною й потребує подальшої роботи.

Для вдосконалення системи освіти ми маємо пройти шлях від осмислення синергетики як сучасного міждисциплінарного підходу в науці, до методологічного підходу в педагогіці й до створення на цій основі інструментів вирішення конкретних педагогічних проблем: як управляти не управляючи, як надихати учнів на пошуки позитивного шляху розвитку, як спонукати їх до самовиховання, самоосвіти, саморозвитку. Синергетична дія за своєю природою внутрішньо мотивована, що спонукається власними силами, здібностями та формами. Вона неможлива за умови диктату з боку педагога. Вчитель має відмовитись від дріб'язкової опіки, захочувати самостійність, вчасно помітити успіх, підтримати ініціативу, стимулювати інтерес до відкриття себе, оточуючого світу.

Отже, синергетика виступає як методологічна основа прогностичної й управлінської діяльності в сучасному світі. Вона орієнтована на пошук універсальних законів еволюції відкритих, невірноважених систем будь-якої природи. Синергетика доводить, що складноорганізованим системам неможливо нав'язувати шляхи їх розвитку, що кожна така система має, як правило, не єдиний, а множинність власних, що відповідають її природі, шляхів розвитку; що хаос може бути механізмом самоорганізації та самодобудовування структур, відсікання зайвого. Для педагогіки синергетика все більше виступає як один із методологічних

принципів, оскільки в рамках цілеспрямованої взаємодії в педагогічному процесі мають місце ефекти, що нею вивчаються.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грачов В.Д. Философия ума. – Ставрополь: из-во СГУ, 1999. – 108 с.
2. Игнатова В.А. Педагогические аспекты синергетики // Педагогика. – 2001. – № 8. – С. 26-31.
3. Князева Е.Н. Одиссея научного разума. – М., 1995. – С. 9.
4. Осадчий І.Г. Спрямований розвиток освітніх систем: теорія, технологія, практика. – К.: Інформавтодор. – 2013. – 463 с.
5. Петухов С.В. Геометрия живой природы и алгоритмы самоорганизации. – М. – 1988. – С. 17.
6. Пуанкаре А. О науке. Под редакц. Л.С.Понтрягина. – М.: Наука, 1983. – 60 с.
7. Симонов С.Н. Синергетический подход в педагогике // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 8. – С. 29 – 32.
8. Синергетика: Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 423 с.



### Вера ЗОЦ

#### Научные подходы к решению педагогических проблем глобализованного мира

В статье раскрываются ключевые понятия синергетики как междисциплинарного подхода. Определяются особенности синергетического подхода к познанию педагогических проблем, глубинного проникновения в педагогические процессы и поиску эффективных механизмов влияния на их развитие.

**Ключевые слова:** синергетика самоорганизация, нелинейное развитие, аттрактор, бифуркация, фрактал, направленное развитие.



### Vira Zots

#### Scientific approaches to solving pedagogical problems of globalized world

Key conceptions of synergetics as cross-disciplinary approach are analyzed in the article. Specific features are determined of synergetic approach to perception of pedagogic problems, underlying penetration in pedagogical processes, and search of effective mechanisms of influence on their development.

**Key words:** synergetics, self-organization, non-linear development, attractor, bifurcation, fractal, straighten development.