

Р. Ю. Коперльос

аспірантка

## СТАНОВЛЕННЯ СКЛАДНОГО МИСЛЕННЯ В ПРОЦЕСІ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

*Стаття присвячена аналізу становлення складного мислення в процесі дослідження складних систем, також вказані основні характеристики та принципи складного мислення, і його значення для науки. В статті розглянуті типи наукової раціональності, також вказується, коли саме наука за свій предмет почала брати складні системи.*

**Ключові слова:** раціональність, складність, самоорганізація, фрактал, хаос.

Теорія нелінійних складних систем стала успішним підходом до вирішення проблем у природничих науках – від фізики лазерів і твердого тіла, хімії та метеорології до моделей біологічного, нейронного та екологічного розвитку. У всіх цих випадках самоорганізація означає чітко визначений фазовий перехід, що відбувається в умовах теплової рівноваги, поблизу чи далеко від неї.

Основні проблеми людства також відрізняються глобальністю, складністю і нелінійністю. Для того, щоб схопити етап, коли в науці за основу беруться складні системи, треба розглянути розвиток науки та типів наукової раціональності.

Розвиток науки характеризується трьома типами наукової раціональності (класичний, некласичний, постнекласичний), котрі відрізняються за наступними ознаками: 1) системна організація об'єктів, що засвоюються наукою (прості системи, складні системи, що саморегулюються та складні системи, що саморозвиваються); 2) кожному типу раціональності притаманна своя система ідеалів та норм дослідження (пояснення, опис, обґрунтування, структура й побудова знання); 3) специфіка філософсько-методологічної рефлексії, над пізнавальною діяльністю, що забезпечує включення наукових знань в культуру відповідної історичної епохи [10].

Класичний тип раціональності брав за основу прості системи (їх ще називали малими системами), вважалося, що для того, щоб їх дослідити достатньо покладатися на те, що спільні властивості їх частин дорівнюють властивостям цілого. Тобто, частина цілого всередині і поза ним має однакові ознаки. У відповідність до цього простір і час описувалися як дещо зовнішнє по відношенню до системи чи об'єкта.

Некласична раціональність характерна тим, що головними об'єктами дослідження стають складні системи (великі системи), що саморегулюються. Властивостями їх вважалося, що кожна підсистема діє автономно й у взаємозв'язку з іншими підсистемами. Наприклад, у живій природі і суспільстві це організми, популяції, соціальні об'єкти, котрі тлумачаться як стійко відтворюючі себе організованості. Складні системні об'єкти або предмети виглядають як процесуальні системи, котрі в результаті впливу навколишнього середовища та саморегуляції самовідтворюються. Ціле тут вже не вичерпується властивостями частин, а необхідно враховувати системну якість цілого. Частини всередині системи та поза нею володіють різними властивостями. Наприклад, органи та окремі клітини в багатоклітинних організмах існують тільки в межах цілого, а будучи поза межами організму вони руйнуються, помирають. Саме це відрізняє складні системи від простих механічних систем (наприклад, механічних годинник, який можна розібрати на частини і з частин знову зібрати годинник). Тобто, в складних системах, що саморегулюються ціле не тільки залежить від властивостей елементів, котрі його складають, але й визначає їх властивості.

Постнекласична наука та її тип раціональності будується на зміні образів досліджуваних об'єктів до складноорганізованих людиновимірних, систем що саморегулюються та саморозвиваються. Такі системи представляють собою складний тип цілісності, її об'єкти розвиваються та в ході свого розвитку здійснюють перехід від одного виду саморегуляції (є стійким станом систем, що розвиваються) до іншого, – в сучасній науці цей перехід описується в межах динамічного хаосу. Такі складні системи характеризуються відкритістю, тобто здійснюють обмін енергією, інформацією тощо, з навколишнім середовищем. Наприклад, нано- та біотехнології, системи проектування, людина, комп'ютерні мережі, соціальні об'єкти та багато інших.

В. С. Стьопін пише про те, що такі системи (які саморозвиваються) передбачають також розширення розуміння причинності: випадкові флуктуації в точці біфуркації (перестройка системи) формують атрактори, котрі ведуть систему до нового стану та вимірюють ймовірність виникнен-

ня змін та прояву інших її станів. В точці біфуркації виникає спектр можливих варіантів (сценаріїв) розвитку системи, і реалізація того чи іншого залежить від взаємозв'язку із зовнішнім оточенням. "Адже система влаштована так, що варіант одного з можливих сценаріїв розвитку виступає як умова та характеристика буття системи, як вираження її природи. І якщо ми своєю діяльністю спрямували розвиток системи по попередньому руслу, то це одночасно і штучне, і природне. Межі між ними стираються. Штучне представляється як варіант природного" [8]. Об'єктом постнекласичної науки, на думку В. С. Стьопіна, стали складні людиновимірні системи. Звідси інтерес до ролі людини у всесвіті та бутті. Особливо великий інтерес наукової спільноти викликав антропний принцип в космології, синергетиці та в цілому в світоглядних засадах сучасної науки.

Постнекласична наука розглядає мережу парадигм, генеруючим ядром котрих є синергетична парадигма складності. При цьому парадигма складності не може залишати без уваги її суб'єктивний полюс.

Але, для початку треба звернути увагу на те, що в синергетиці розглядаються різні варіанти самоорганізації [7], що передують виникненню принципово складних систем.

Перший – це самоорганізація як виникнення структур в однорідному середовищі. У системах, що знаходяться далеко від стану рівноваги, відбуваються процеси самоорганізації, що призводять до виділення з безлічі описуючих систему величин невеликого числа параметрів порядку – до яких підлаштовуються всі інші.

Системи, що само організуються, роблять можливою адаптацію до домінуючого типу навколишнього середовища, тобто реагують на зміни в навколишньому середовищі, і саме їх реакція робить такі системи надзвичайно гнучкими і стійкими до збурень зовнішніх умов. Складність та цілість світу пов'язані з процесуальністю.

Наступний етап самоорганізації – перехід до динамічного хаосу, де наявна складна неперіодична поведінка, що спостерігається зокрема навіть в детермінованих системах (тобто в таких, де майбутнє однозначно визначається минулим і теперішнім та немає випадкових факторів). Основним результатом на цьому етапі стало встановлення факту існування меж передбачуваності, пов'язаних з наявністю часу, через який динамічний прогноз поведінки системи стає неможливий. Були також введені такі фундаментальні поняття як дивний аттрактор і розсіювання траєкторій, описані універсальні сценарії переходу від регулярного руху до хаотичного при зміні зовнішнього параметру.

І. С. Добронравова в одній із своїх статей згадує стійкі структури, що утворюються в динамічному хаосі внаслідок конкуренції різних аттракторів, а зни-

щення одного з них неминуче призводить до режиму з загостренням. В цій же роботі авторка звернула увагу на те, що існує "зразок децентралізованої розгалуженості, котрий в природі представлений грибницями, на відміну від гілок, які розходяться від центрального ствола, що активно використовується в сучасній культурі, а саме в зв'язку мережі Інтернет. В нелінійній науці він асоціюється з таким етапом самоорганізації, як динамічний хаос, зокрема у фрактальній фізиці" [1, с. 93].

Вагали виникнення фракталів як принципово складних систем відбувається на границі хаосу, що іноді позначається словосполученням "життя на границі хаосу".

Ці наукові уявлення передбачають, що системи знаходяться в постійному русі, взаємодії із зовнішнім середовищем, переробляючи інформацію і здійснюючи зворотний зв'язок. Стадії динамічної стійкості перемежуються зі стадіями настільки складними, що справляють враження повного і непередбачуваного хаосу. Порядок народжується з безладу в процесі самоорганізації, але в певний момент система знову дає народження хаосу. У теорії складності існує шерег понять: що характеризують властивості складних систем: чутливість до первинних умов; нестійкість дивних аттракторів; самоподоба; здатність до самоорганізації на границі хаосу.

З розгляду ознак трьох типів раціональності можна помітити, що спочатку за основу бралася простота (прості системи, малі системи), умовно кажучи простота створення будь-чого, навіть, світу, але некласична наука приносить зміни в тлумачення світу та всього, що існує в ньому, – розглядаючи це через призму складного. А постнекласична (сучасна) наука намагається дати пояснення та описати складність.

Влучно характеризують наукову проблему складності такі слова автора "Фрактальної геометрії природи" Бенуа Мандельброта, з яких починається ця книга: "Почему геометрию часто называют «холодной» и «сухой»? Одна из причин заключается в ее неприспособленности описывать форму облака, горы, береговой линии или дерева. Облака – не сфера, горы – не конусы, береговые линии – не кола, древесная кора не толстая, а молния распространяется не по прямой. В более общем плане я утверждаю, что многие объекты в природе настолько иррегулярные (от латинского неправильный, не подчинен определенному положению, порядку) и фрагментовны, что по сравнению с Евклидом – термин, в этой работе означает всю стандартную геометрию, – природа обладает не просто большей сложностью, а сложностью совершенно иного уровня. Число различных масштабов длин природных объектов для всех практических целей бесконечно" [5, с. 25].

Вважається, що майже всі природні об'єкти мають фрактальну структуру, але перш за все, теорія фракталів – область дивного математичного мистецтва, коли за допомогою простих формул і алгоритмів утворюються картини надзвичайної краси та складності. Цікавим є те, що краса фракталів розуміється через їх "нескінченну" складність, котра сформована відносно простими лініями, а їх повторення створює красиві та унікальні візерунки.

Дійсно і в суспільстві, і в природі багато систем побудовані за принципом фракталів: з малих елементів утворюються деякі комплекси, котрі у свою чергу служать елементами для більш великих комплексів і т. д. Наприклад, великі транснаціональні компанії і малий бізнес. Кожен з них є гарантом існування іншого, адже дрібні компанії не можуть вирішувати великі завдання, і навпаки великі компанії не досить швидко реагують на малі зміни.

"Все фигуры, которые я исследовал и называл фракталами, – объяснял Мандельброт, – в моем понимании владели свойством быть «нерегулярными, но самоподобными». Формулировка «нерегулярный, но самоподобный» была попыткой втиснуться между двумя возможностями, к которым эти теории сводились раньше. Первую из них иллюстрирует теория Евклида, которая исследует исключительно упорядочены и гладкие фигуры (элементы кривых в Евклида всегда самоподобные, но тривиальным образом: все кривые являются локально прямыми, а прямые всегда самоподобные). Вторая старая возможность была связана с фигурами произвольной сложности и неупорядоченности" [6, с. 137]. Як раз ця можливість була пов'язана з вивченням хаосу.

Поняття фракталу тісно пов'язане з таким явищем, як хаос в динамічних системах (образ хаосу в фазовому просторі – хаотичний аттрактор – має дуже складну структуру. У силу того, що він володіє незвичайними властивостями його іноді називають дивним аттрактором). Насправді, динамічний хаос – це теж порядок, просто дуже складний. Порядок є настільки складним, що людині він здається хаосом. Тобто хаос також підкоряється фізичним законам, як і все в світі.

Причиною появи хаосу є чутливість системи. Взяти відомий приклад з м'ячиком: якщо кинути його раз, а потім ще раз, десь так само, як першого разу, то поскаче він майже так, як першого разу. Маленька різниця у початкових умовах призвела до малої різниці у розвитку системи. Ця система не є дуже чутливою до початкових умов. А тепер, більярд: після двох майже однакових ударів кульки на столі будуть лежати зовсім по-різному. Чому? Бо двічі однаково вдарити неможливо. Кут, сила удару, точка, куди припадає удар, будуть іншими, тому перша кулька покотиться майже, але не зовсім так само, як минулого разу; після кожного зіткнення похибка зростає, тому

результати виходять зовсім різними. Ця система є дуже чутливою до початкових умов, тому ми можемо передбачити її розвиток лише до певного моменту, а далі починається хаос. Таким чином, динамічний хаос подібний до дволикого Януса: з одного боку він проявляє себе як модель безладу, а з іншого – як стабільність та впорядкованість на різних масштабах.

Теорія хаосу і фракталів пов'язана з теорією складності. Сутність цього зв'язку полягає в тому, що хаос і фрактали є підмножиною предметної області теорії складності, що описує процеси і явища, що тісно пов'язані між собою.

Цей новий погляд на світ змінює і людське ставлення до світу і до місця людини в ньому. Ось що з цього приводу пише Ілля Пригожин: "... сложные системы обладают высокой чувствительностью по отношению к флуктуаций. Это вселяет и надежду, и тревогу: надежду на то, что даже малые флуктуации могут усиливать и изменять свою структуру (это означает, что индивидуальная активность не обречена на бессмысленность); тревогу – потому, что наш мир навсегда остался гарантией стабильных, непереходных законов. Мы живем в опасном и неопределенном мире, что дает ощущение не слепой уверенности, а лишь ... ощущение умеренной надежды" [9, с. 386].

Складні системи часто є ієрархічними і складаються з взаємозалежних підсистем, які в свою чергу також можуть бути розділені на підсистеми, і т. д., аж до найнижчого рівня, це дозволяє зрозуміти, описати і навіть "побачити" такі системи та їх частини. Архітектура складних систем складається як з компонентів, так і з ієрархічних відносин цих компонентів. Вибір, які компоненти в такій системі вважаються елементарними, відносно довільний і у значній мірі залишається на розсуд дослідника. Бо, наприклад, нижчий рівень для одного спостерігача може виявитися досить високим для іншого. Внутрішньо компонентний зв'язок зазвичай сильніший, ніж зв'язок між компонентами. Ця відмінність внутрішньо-компонентних та міжкомпонентних взаємодій обумовлює поділ функцій між частинами системи і дає можливість відносно ізольовано вивчати кожну частину.

Ієрархічні системи зазвичай складаються з небагатьох типів підсистем, по-різному скомбінованих й організованих. Іншими словами, різні складні системи містять однакові структурні частини. Ці частини можуть використовувати загальні більш дрібні компоненти, наприклад, як клітини, або більші структури, типу судинних систем, наявні і у рослин, і у тварин. І, що найважливіше, будь-яка працююча складна система є результатом розвитку більш простої системи.

Доктор філософських наук О. М. Князева досліджуючи проблему складності виділила наступні властивості складних систем [3]:

1) складні системи є чимось більшим, ніж сума частин будь-якого розміру, але частина може бути складнішою за ціле (наприклад, людина складніша за суспільство): частина може бути носієм всіх системних властивостей, але в той самий час володіти власними надважкими режимами функціонування та розвитку;

2) складні системи є відкритими системами, тобто такими, що обмінюються інформацією, енергією тощо з навколишнім середовищем;

3) складні системи – це такі системи, в яких виникають емерджентні феномени (явища, властивості). Емерджентними називаються нові неочікувані властивості, що з'являються на динамічному рівні системи як цілого, які не можуть бути "зчитані" з аналізу поведінки окремих елементів. Але й річ (об'єкт, система), що стала частиною цілого, може трансформуватися і демонструвати емерджентні властивості;

4) складні системи мають пам'ять, для них характерне явище гістереза, при зміні режиму функціонування процеси відновлюються по старих шляхах;

5) старі системи регулюються петлями зворотнього зв'язку: негативною, що забезпечує становлення рівноваги, повернення до попереднього стану, і позитивною, що відповідає за швидкий ріст, в ході якого виникає складність.

Отже, на думку дослідниці, складна система являє собою таку систему, функції котрої на порядок складніші, ніж її будова. Щоб бути ефективним керуючим вплив має бути не менш складним, ніж сама керована система. Ще одна важлива властивість – крижкість складної системи: чим складніше система, тим вона більш нестійка. Управляючий вплив, задумане з метою поліпшення або вдосконалення її організації, може зруйнувати цю систему, котра, по-суті, балансує на краю хаосу.

Необхідність пояснити існування спрямованого розвитку складних систем створює певні труднощі. Сама по собі самоорганізація при відповідних умовах випадковим чином здійснює одиничний акт переходу системи в стан з більш високим рівнем організованості, ніж у вихідному положенні. Але спрямований процес розвитку складається з послідовності взаємопов'язаних одиничних актів ускладнення. Сумнівною є можливість пояснити узгоджене існування таких одиничних актів випадковістю. Необхідне узгодження послідовних актів самоорганізації можливе за умови існування інформації (така інформація повинна міститися в самій системі) про майбутні стани системи, що розвивається. Тут можна згадати слова Пригожина про те, що поза рівновагою матерія прозирає, надавши прозорінню смисл наявності необхідної інформації в поєднанні з самоорганізацією.

Процеси самоорганізації теоретично розглядаються в різних явищах природи: теорія дисипа-

тивних структур І. Пригожина, відкриття динамічного хаосу в завданнях прогнозу погоди (Е. Лоренц), відкриття інших дивних атракторів (Рюель, Такенс), теорія генерації лазера (Г. Басов, А. Прохоров, Г. Хакен), коливальні хімічні реакції Б. Белоусова – А. Жаботинського (основа біоритмів живого), теорія турбулентності (А. Колмогоров, Ю. Климонтович), теорія катастроф (стрибокподібних змін станів систем) Р. Тома й В. Арнольда і її застосування в психології й соціології, теорія автопоезису У. Матурани й Ф. Варели та інші. Саме Г. Хакен в 1970 р. назвав синергетикою (або теорією колективного, кооперативного, комплексного поведіння систем) багатоманітність в колі досліджень в сфері складності та складних систем.

Складність і характер об'єкта наукового пошуку (складні, відкриті системи, системи, що самоорганізуються і саморозвиваються), різноманіття змісту його суб'єктивної складової формують ситуацію конкуренції науково-дослідних програм, що розгортаються в міждисциплінарній і трансдисциплінарній сферах. Це простір мислення, котрий умовно можна винести за межі дисциплінарних і попередніх загальнонаукових парадигм.

Саме мислення в процесі становлення нової парадигми називають складним. Таке мислення не вважає своїм завданням замінити передбачуване непередбачуваним, окреме не окремим, але є способом розгортання когнітивної діалогіки між передбачуваним та непередбачуваним, окремим та не окремим, логікою та металогікою.

О. М. Князева розглядає та пояснює 7 принципів складного мислення Морена, котрі доповнюють один одного, перетинаються та являються взаємозалежними, а також складають основу його епістемології складного, або складної епістемології. Дослідник звертає увагу на ту обставину, що пізнавальні парадигми, які спрощують, редукують світ людини до світу природи чи розглядають його лише як елемент соціуму заважають розумінню складності людської природи як подвійної єдності людського буття (одночасної приналежності людини до природи та відокремлення людини від світу природи). Людина за своєю природою є множинною єдністю та унікальною багатоманітністю.

Отже, 7 принципів складного мислення, за Мореном:

1. Системний або організаційний принцип прив'язує пізнання частин до пізнання цілого. При цьому здійснюється рух від частин до цілого, і навпаки, від цілого до частин. Ідея системи означає, що ціле є чимось більшим ніж просто сума частин.

2. Голографічний принцип показує, що у будь-якому складному явищі не тільки частина входить в ціле, але й ціле вбудоване в кожну окрему частину. Наприклад, клітина та живий організм.



Будь-яка клітина є частиною цілого – живого організму, але саме це ціле присутнє в частині: генетична спадковість представлена в кожній окремій клітині цього організму.

3. Принцип зворотнього зв'язку дозволяє пізнавати процеси, що саморегулюються. Причина і наслідок замикаються в рекурсивну петлю: причина впливає на наслідок, а наслідок – на причину, як в системі опалення, в якій термостат регулює роботу нагрівального елемента. Цей механізм нагрівання робить систему автономною в тепловому аспекті: незалежно від посилення чи послаблення холоду в приміщенні підтримується певна температура.

4. Принцип рекурсивної петлі розвиває поняття регуляції в поняття само виробництва та самоорганізації. Це – генеруюча петля, в якій продукти самі стають виробниками і причинами того, що виробляють. Наприклад, індивіди продукують суспільство в ході їх взаємодії один з одним і за допомогою них, а суспільство як ціле, що володіє емерджентними властивостями, закладає людське в цих індивідах, забезпечуючи їх мовою та прививаючи культуру.

5. Принцип авто-еко-організації полягає в тому, що живі істоти є такими, що само організуються і через це відбувається затрата енергії, щоб підтримувати свою автономію. Оскільки їм необхідно брати енергію та інформацію з навколишнього середовища, їх автономія невіддільна від їх залежності від оточення.

6. Діалогічний принцип полягає в заключенні додаткового, конкурентного, антагоністичного зв'язку між двома протилежностями. Краще за все цей принцип ілюструє формула Геракліта "жити помираючи, і помирати живучи" ("жити, умираючи, і жити").

7. Принцип повторного введення пізнання в будь-який процес пізнання бере суб'єкта і відводить йому певне місце в процесі пізнання. Не існує дзеркального пізнання об'єктивного світу. Будь-яке спостереження та понятійне уявлення включає в себе знання спостерігача, як сприймаючої та мислячої істоти. Не існує пізнання без самопізнання, спостереження без самоспостереження [4].

Тут, важливо зазначити, що складне мислення – це не заміна простоти складністю, здійснення неперервного діалогічного руху між простим та складним. Складне мислення охоплює в собі багато смислів, включаючи його цілісність, не лінійність, еволюційність, спонтанність, чутливість до інновацій. Думка повинна відповідати складності та творчим можливостям світу, бути їм релевантною, саме тоді наше мислення і дія будуть ефективними. Але, в цю саму мить слід пам'ятати, що головними характеристиками складних систем є холістичність, самоорганізація, емерджентні властивості та здатність до адаптації.

Князева на ґрунті принципів складного мислення Морена, досліджень Ф. Варели та К. Майнцера, робить висновок, що мислення – еволюційне (у всіх сенсах еволюційності, що включає в себе і попередні уявлення про розвиток, але виходить далеко за їх межі), мислення нелінійне, мислення відкрите, мислення холістичне (як говорить Морен, голографічне та діалогічне), мислення автопоетичне (Ф. Варела), мислення креативне (дивергентне, гнучке, здатне творити інновації). Таке мислення нам потрібне для того, щоб упоратися зі складністю світу в якому ми живемо. Справжнє мислення є адекватним складності світу, бо є атрибутом людського існування, котре в свою чергу є еволюційним продуктом світу. Тому, формування та розвиток складного мислення повертає людину до своєї власної сутті.

Складне мислення включає в себе наслідки та додатки, котрі прагнуть урегулювати взаємозв'язки та взаєморозуміння між індивідами соціальними групами тощо. Ціле тут набуває нових властивостей, що здатні впливати на частини. За допомогою складного мислення, явища та події пояснюються з точки зору їх невизначеності, здатне зрозуміти природу організацій. Це мислення здатне пов'язувати, контекстувати, глобалізувати, але в той самий час визнавати індивідуальне, конкретне, одиничне як унікальне і неповторне в своїх власних властивостях.

Важливим є те, що складне мислення не можна звести до науки або до філософії, але воно дозволяє їм контактувати один з одним, виконуючи при цьому роль особливого провідника чи посередника. Загалом через це складне мислення розвивалося ніби в проміжках між дисциплінарними галузями, починаючи з мислителів математиків і кібернетиків (Вінер, фон Нейман, фон Ферстер), фізикохіміків (Пригожин), біофізиків (Атлан), філософів (Касторіадіс). Воно наче заповнювало проміжки між дисциплінами, відіграючи роль сполучного, тобто міждисциплінарного, і комунікативного мислення, що формує ситуацію дисциплінарної компліментарності.

І. Добронравова дотримується думки, що говорити про появу нового стилю наукового мислення можна лише тоді, коли розширення наукової картини світу на основі нових наукових результатів і категоріальне осмислення понятійних структур нових теорій стануть адекватними новому рівню наукового пізнання дійсності. Нелінійне мислення як новий стиль наукового мислення – явище, що формується, у самосвідомості вчених воно представлено несистематично, скоріше у вигляді ряду рис, виражених у формі заперечення стандартів класичної науки: нестійкість і нерівноважність розглянутих систем; незворотність процесів самоорганізації; порушення симетрії в унітарних ка-

лібрувальних теоріях і т. д. [2]. Однак філософське дослідження нелінійного мислення як нового стилю наукового мислення покликане не тільки прояснити його особливості та місце в сучасній методології науки.

Нелінійний підхід, котрий розглядає становлення нового складного цілого, дозволяє ввести параметр порядку систем, що самоорганізуються, описати їх процесуальну складність ітераційними формулами (іноді такі формули дуже прості, але нелінійні). Комп'ютери дають можливість розв'язувати такі нелінійні рівняння та симулювати процеси самоорганізації складних систем (це дозволяє стискати дані про складність, оскільки вона розглядається як процес становлення складної картини). На основі таких досліджень, Ірина Серафимівна описує дві позитивні характеристики складного мислення.

Перша – це потенціал збору та систематизації ідей, друга – відкритість, тут авторка має на увазі можливість додавати в таке мислення ще щось. За допомогою відкритості складного мислення передбачається прояснення філософських основ складного мислення як стилю мислення сучасної науки та практики. Таким чином, оскільки складність – це процес, тобто складна кооперативна поведінка елементів середовища, то вона має вивчатися своїм особливим (власним) мисленням, – для цього в час нелінійної науки та нелінійного мислення і виникає складне мислення, яке допомагає людині чи науковцеві вивчати складні процеси світу та розглядати себе (людину) як певний прояв складності.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Добронравова И. С. Нелинейное и сложное мышление // *Философия мышления*. – Одесса : Печатный дом, 2013. – С. 91–105.
2. Добронравова И.С. Синергетика: становление нелинейного мышления. – К.: Лыбидь, 1990. – 147с.
3. Князева Е. Н. Темпоральная архитектура сложности // *Синергетическая парадигма. "Синергетика инновационной сложности"*. – М. : Прогресс-Традиция, 2011. – С. 66–86.
4. Князева Е. Н. Сложное мышление: Э. Морен, Ф. Варела, К. Майнцер // *Философия мышления*. – Одесса: Печатный дом, 2013. – С. 17–38.
5. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы: Научное эссе / [пер. с англ. А. Р. Логунова]. – М. : Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
6. Мандельброт Б. Фракталы и возрождение теории итераций // Пайтген Х. О., Рихтер П. Х. Красота фракталов / [пер. с англ. П. В. Малышева, А. Г. Сивака]. – М. : Мир, 1993. – 176 с.
7. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Современные проблемы нелинейной динамики. – М. : Эдиториал УРСС, 2002. – 360 с.
8. Подлазов А. В. Теория самоорганизованной критичности – наука о сложности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nonlin.ru/articles/podlazov/soc>.
9. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / [пер. с англ. Ю. А. Данилова]. – М. : Прогресс, 1986. – 432 с.
10. Степин В. С. Исторические типы научной рациональности в их отношении к проблеме сложности // *Синергетическая парадигма. "Синергетика инновационной сложности"*. – М. : Прогресс-Традиция, 2011. – С. 37–46.

**Коперлес Р. Ю. Становление сложного мышления в процессе научного исследования сложных систем. Статья посвящена анализу становления сложного мышления в процессе исследования сложных систем, также указаны основные характеристики и принципы сложного мышления, и его значение для науки. В статье рассмотрены типы научной рациональности, также указывается, когда именно наука в качестве своего предмета начала рассматривать сложные системы.**

**Ключевые слова:** рациональность, сложность, самоорганизация, фрактал, хаос.

**Koperles R. Yu. The becoming of a complex thinking in the process of scientific researches of complex systems. This article analyzes the becoming of complex thinking in the process of researching the complex systems. The main features and principles of complex thinking and its significance for science are also shown. The article deals with the types of scientific rationality, and it is specified when the science began to consider the complex systems as its object.**

**Keywords:** rationality, complexity, self-organization, fractal, chaos.