

© А.О. Васильченко, 2009

УДК 552.2+551.251+550.41

*Український науково-дослідний інститут природних газів,
м. Харків*

САМООРГАНІЗАЦІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ У ПІДЗЕМНІЙ ГІДРОСФЕРІ

Розпочався восьмий рік ХХІ століття. Минуле, ХХ століття, науковці та журналісти охрестили ядерним. Нове століття ще до його початку охарактеризували як інформаційне. Це пояснюється не тільки бурхливою комп'ютеризацією розвинутих країн і країн, що розвиваються, виникненням високоінтелектуальних технологій, але й пошуком і дослідженням інформаційних процесів у всіх галузях знань. Геологія не стоїть осторонь цього глобального процесу.

У кожній окремій науці пошук прояву інформаційних процесів починається з усвідомлення і визначення, що собою представляє інформація і яку роль відіграють інформаційні процеси?

Інформація – це інформація,
а не матерія чи енергія.

Н. Вінер.

Що таке інформація? Як науковий термін “інформація” був вперше введений Р. Хартлі [1] у 1928 р. для позначення сигналу, що передається. Слово “інформація” за корінням походить від латинського “information”, що означає роз’яснення, викладення [2]. Натомість на даний час немає загальнонаукового, філософського визначення терміну “інформація”. Навіть у “Філософському енциклопедичному словнику” А.Д. Урсул [2] навів чотири визначення, які дещо доповнюють і суперечать одне одному: 1) повідомлення про стан справ, відомості про що-небудь, які передаються людьми; 2) невизначеність, яка зменшується внаслідок одержання повідомлення; 3) повідомлення, невідривно пов’язане з управлінням, сигнали у єдності синтаксичних, семантичних і прагматичних характеристик; 4) передавання, відображення різноманітності у будь-яких об’єктах і процесах (неживої та живої природи).

Відомо, що велика кількість визначень означає відсутність одного певного. Навіть у монографіях відомих науковців, присвячених інформації [3, 4 та інші] не наводиться авторське розуміння центрального терміну. На інтуїтивному рівні кожний знає що таке інформація. Стосовно ж загального, всеохопного визначення інформації, деякі науковці вважають, що слова, які позначають першоосновні елементи нашого Всесвіту, такі як час, простір,

інформація тощо, не мають і не можуть мати загального визначення, що не заважає їх адекватному використанню у людській практиці. Натомість пошук визначення інформації, яке увібрало б її найважливіші риси і властивості, в цілому стимулює розвиток природознавчих наук внаслідок більш точного уявлення ролі інформації у відомих процесах, в яких раніше інформаційної складової не помічали.

У сучасній науці проблема визначення поняття інформації привернула увагу науковців лише з зародженням кібернетики наприкінці 1940-х рр., в якій знайшлося місце і для теорії інформації. Приблизно у той же час Е. Шредінгер [5], наприклад, був ще вимушений вигадати вираз “негативна ентропія” для пояснення інформаційної природи процесів самоорганізації у живих організмах, а Тейяр де Шарден [6] висунув сміливу гіпотезу про можливість самоорганізації енергії у неорганічній природі завдяки інформаційним процесам, які він називав, як і давньогрецькі філософи, психічними. До речі, Тейяр де Шарден один з перших висловив думку, що все те, що ми спостерігаємо у живій природі у явному вигляді, повинно бути присутнім і у неживій природі у дещо прихованому вигляді.

Л. Сцілард [7] першим у 1929 р. у праці, яка для сучасників залишилась майже не поміченою, звернув увагу на те, що формули для кількості статистичної ентропії за Л. Больцманом і для кількості інформації Р. Хартлі співпадають. Н. Вінер у монографії “Кібернетика” у 1948 р. розкрив цей зв’язок так: “Поняття кількості інформації повністю пов’язане з класичним поняттям ентропії. Як кількість інформації у системі є мірою організованості системи, так само ентропія системи є мірою дезорганізованості системи: одне дорівнює другому, але з протилежним знаком” [8]. Таким чином відбулося відродження поняття інформації і було позначено, що інформація є мірою організованості і дозволяє визначати напрямок розвитку процесів самоорганізації у часі, тобто слугувати своєрідною “стрілою часу”, подібно до ентропійної “стріли часу” Еддінгтона.

У тому ж 1948 р. у журналі компанії “Белл систем” появилася стаття К. Шеннона “Математична теорія зв’язку”, в якій йшлося більш акцентовано про розрахунок кількості інформації, а не просто про шуми у каналах зв’язку, як у Р. Хартлі. Натомість кількісна характеристика інформації не розкривала фізичного змісту, цінності та смислу терміну “інформація”.

Важливі особливості інформації, які допомагають розкрити її фізичну суть наводить Б.С. Українцев [9]:

- інформація не існує без відповідного матеріального носія;
- інформаційний зв’язок здійснюється за допомогою порівняно малих порцій енергії;
- інформація невідривно пов’язана з управлінням.

Перелічені особливості не викликають заперечень, крім останньої, тому що вона обмежує область існування інформації тільки світом живої природи та “розумними” машинами.

Що стосується смислового навантаження терміну “інформація”, її цінності, то згідно з М. Ейгеном [10], смисл виникає тільки через “функцію”, яку інформація кодує. Крім цінної інформації (або іншими словами – актуальної, вільної тощо), існує також структурна, або, за Л. Бріллюеном, зв’язана інформація. Цей вид інформації поетично і точно позначив М.М. Амосов [11]: “Структура – це інформація, що завмерла”. І.С. Нарський [12] пропонує наступним чином розрізняти поняття інформації та структури: “Інформація – це передавання структури, організації, впорядкованості систем. А впорядкованість, структура, організація систем – це інформація у можливості, або у потенції.”

Ситуація зі зв’язаною та цінною інформацією повністю відтворює історію розмежування типів ентропії у термодинаміці: має фізичний зміст і розраховується не повна ентропія системи, а диференціальна її частина, тобто та, що змінюється в результаті процесу. Логічним буде інформацію у можливості, у потенції, у подальшому не включати до розгляду під час відпрацювання поняття інформації.

На нашу думку, філософська категорія відбиття як пізнавальний інструмент сучасної науки є малоінформативною, малопродуктивною і в цілому архаїчною. Її доцільно замінити на більш продуктивний термін “інформаційна взаємодія”, який несе обов’язковий фізичний (від “взаємодія”) та інформаційний зміст. У працях [13, 14] було запропоноване визначення терміну “інформація”, в якому неявно позначена роль управління через дію інформаційних зворотних зв’язків: інформація – це зміни у структурній організованості системи, викликані зовнішньою дією, які обумовлюють її функціонування у напрямку самозбереження як єдиного цілого, якщо переважає дія негативних зворотних зв’язків, або у напрямку самоорганізації, якщо переважає дія позитивних зворотних зв’язків. Спираючись на наведене вище визначення інформації, доцільно відділити інформаційну взаємодію як явище від саме категорії “інформація”: *інформаційна взаємодія* природних систем з іншими природними системами проявляє себе у зміні їхнього напрямку руху або розвитку таким чином, що відповідна зворотна реакція системи направлена на збереження її як цілого, якщо переважає дія *негативних зворотних зв’язків*, або направлена на самоорганізацію системи, якщо переважає дія *позитивних зворотних зв’язків*. Зміни у *структурній організації* природної системи представляють собою інформацію, яку система одержала в результаті *інформаційної взаємодії* і яку можна представити у кількісному вигляді.

Очевидно, що під визначення категорії інформації у наведеному формулюванні потрапляє тільки вільна або цінна, або диференційна, або актуальна інформація, що, на нашу думку, є правильним. Зв'язана або структурна, або потенційна інформація – це є структура.

Поняття “інформаційна взаємодія” певною мірою співпадає за змістом з поняттям інформаційної причини, проте термін “інформаційна взаємодія” є більш повною і нейтральною характеристикою процесу, тому що не ігнорує тих випадків інформаційної взаємодії, коли у системі переважає дія негативного зворотного зв'язку, зовнішній інформаційний вплив за рахунок реакції самої системи нівелюється, параметри і стан системи самостабілізуються, і говорити про інформаційну причину того, що не сталося, доволі складно.

Переважає більшість видатних науковців сучасності [3, 15, 16 та інші] не визнають функціонування цінної інформації в об'єктах неживої природи. Характерним є вислів В. Ебелінга і Р. Файстеля [16]: вільна інформація представляє собою щось таке, що не здатне існувати поза світом живих істот. За переконанням засновників синергетики, інформація сама по собі в системі не виникає, а тільки привноситься суб'єктом ззовні. На відміну від ентропії, виникнення якої супроводжує будь-який процес, інформація як якийсь коначний ресурс тільки витрачається. Це наводить дослідників [15] на думку про “золотий вік” на початку еволюції Всесвіту, коли існували величезні запаси вільної енергії та інформації. Така модель розвитку дещо суперечить моделі виникнення Всесвіту внаслідок Великого вибуху, коли на початку еволюції (приблизно 17–20 млрд рр. тому) існувала лише розпечена абсолютно неструктурована першоматерія у стані найвищої симетрії [16].

М. Лозовський [17] теоретично обґрунтував неспроможність інформації створювати нову інформацію. Логіка міркувань не викликає заперечень: “Будь-який об'єм інформації, закладений у комп'ютер, не виробляє нової інформації. Для виробництва інформації необхідна програма, закладена у комп'ютер людиною. Таким чином, ми у повній відповідності з логікою маємо право розглядати інформацію, як наслідок більш довшої причини”. На підставі цього М. Лозовський пропонує визначення: інформація, в т.ч. рух матерії, – це різноманітність, що створюється, а матерія це одноманітність, що не створюється.

Визнаючи інформацію як різноманітність, що створюється, можна добудувати модель наступним чином. На початку еволюції Всесвіту з поступовим його охолодженням і виникненням перших впорядкованих структур сформувалась здатність сприймати, фіксувати (запам'ятовувати) і використовувати інформацію, яка у момент творіння була закладена як наріжний камінь у самий фундамент будівлі. Далі набирає прискорення процес тира-

жування, копіювання і розмноження інформації у Всесвіті, що самоорганізується. Тиражування, копіювання і розмноження інформації – процес безвитратний.

Світ палає наче величезна піч; енергія, хоч вона і зберігається, безперервно розсіюється.

І. Пригожин, І. Стенгерс.

Бог наповнив ціле [Всесвіт], створивши [в ньому] безперервне становлення

Арістотель.

Роль інформації та ентропії у процесах самоорганізації. Вислови Арістотеля та І. Пригожина, винесені як епіграф до даного розділу, показують, наскільки протилежними можуть бути уявлення навіть геніальних науковців про світ, в якому ми живемо. Ніби сперечаючись з Арістотелем, І. Пригожин [15, с. 358] проголошує сучасну наукову парадигму: “Ми хочемо зрозуміти космічну еволюцію як поступовий рух від порядку до безладу”. Враховуючи те, що слова сучасних науковців певною мірою обґрунтовані результатами досліджень, одержаних у найсучасніших лабораторіях, не будемо поспішати з висновком про те, хто правий – Арістотель чи І. Пригожин. Дані лабораторних досліджень, як і безпосереднє спостереження явищ природи, представляють лише інформацію для роздумів та аналізу. А у науковому аналізі результат буває наперед визначений тими теоретичними засадами, на підставі яких він здійснюється. І тоді спрацьовує відоме правило А. Сент-Дерді: досліджувати – значить бачити те, що бачили всі, але думати так, як не думав ніхто. Спробуємо неупереджено розглянути концепції самоорганізації за І. Пригожиним (сучасна) та Арістотелем (антична).

Сучасна концепція самоорганізації. За спогадами І. Пригожина [18], на ідею дисипативних структур його нашоувхнув відомий експеримент з термодифузії у газах: порушення симетрії у системі відбувалося завдяки припливу енергії ззовні і експорту ентропії. Так виникла думка про конструктивну роль другого початку термодинаміки (ДНТ) і ентропії. Один з засновників синергетики Г. Хакен прийшов до такої ж думки, аналізуючи виникнення когерентного потоку світла у лазері в результаті накачування його енергією. Виходячи з вирішальної ролі ентропії і ДНТ, головним чином І. Пригожин, Г. Хакен, М. Ейген і В. Ебелінг сформулювали основні принципи самоорганізації. В. Ебелінг підвів ризику [16]: “Існування подібних принципів, особисто, більше не піддається сумніву. Задача полягає у більш чіткій розробці цих принципів для різних галузей науки”. Варто нагадати принципи синергетики в інтерпретації В. Ебелінга [16].

1. *Принцип “експорту” ентропії (принцип накачування)*. Ентропія – це основний параметр усіх макроскопічних систем, масштаб для визначення цінності енергії, що міститься у системі, та одночасно міра безладу елементів, що складають систему. Самоорганізація можлива лише за умови, що система здатна до “експорту” ентропії.
2. *Принцип перетворення енергії*. Утворення впорядкованих структур пов’язане з надходженням у систему “високоцінних” форм енергії.
3. *Принцип надкритичного віддалення*. Самоорганізація можлива лише тоді, коли віддалення системи від стану рівноваги перевищує певне критичне значення.
4. *Принцип нелінійності і зворотного зв’язку*. Процеси самоорганізації потребують нелінійної динаміки, яка обумовлена, як правило, ефектами зворотного зв’язку.
5. *Принцип посилення*. В області переходу системи від структур одного типу до структур іншого виникають потужні флуктуації; перевищення критичного значення певного параметру посилює певні моди флуктуацій, що представляють собою зародки нових структур.
6. *Принцип внутрішньої обумовленості*. Структури, що виникли в результаті самоорганізації, обумовлені загалом як граничними значеннями, так і внутрішніми факторами.
7. *Принцип порушення симетрії*. Структури, що виникли в результаті самоорганізації, виникають, як правило, внаслідок порушення симетрії.
8. *Принцип параметру порядку (принцип Хакена)*. Рух мікроскопічних елементів системи (молекули, хвилі світла тощо) синхронізовані параметрами порядку.
9. *Принцип стійкості*. Системи, що самоорганізуються, є стійкими за незначних збурювань; посилення їх являє небезпеку для системи.
10. *Принцип фазових переходів*. Процеси самоорганізації часто складаються з наслідків кінетичних переходів, які виникають у зв’язку з відхиленням системи від стану рівноваги за критичних значень певних параметрів.
11. *Принцип обмеженої передбачуваності*. В результаті самоорганізації виникають структури, які можна принципово поділити на два класи: регулярні і нерегулярні, або хаотичні.
12. *Принцип історичності*. Усі структури реального світу, що виникли в результаті еволюції, у кінцевому рахунку можуть бути пояснені тільки через синтез фундаментальних законів, на яких базуються процеси, що породили ті чи інші структури, а також конкретних “індивідуальних” історій виникнення цих структур.

I. Пригожин [15] у всіх своїх працях ще підкреслює випадковий характер вибору траєкторії розвитку системи у надкритичному стані, або точці біфуркації, і вводить, слідом за Ч. Дарвіним, поняття “вибір”.

При певній завершеності сучасної теорії самоорганізації слід зазначити, що їй бракує внутрішньої краси: неприємно жити у світі, який згоряє і загрожує блиском пекельного жару. Сучасній школі фізиків (а переважно саме фізики будують модель самоорганізації), на наш погляд, не пощастило з порядком появи у часі фундаментальних понять: у середині XIX ст. виникло і затвердилося поняття “ентропія”, у середині XX зародилося і досі ще не сформувалося поняття “інформація” і ще через кілька десятиліть почала інтенсивно розвиватися теорія самоорганізації. Геніальному Арістотелю пощастило значно більше: по-перше, на нього не тиснув беззаперечний авторитет ДНТ, ще не відкрите 24 століття тому, і, по-друге, він розглядав самоорганізацію, інформацію і ентропію одночасно, неупереджено і за допомогою термінології, яку сам запропонував.

Антична концепція самоорганізації (за Арістотелем). Сучасні терміни “самоорганізація”, “інформація” і “ентропія” за змістом відповідають Арістотелевим термінам [19, 20] “форма”, “ентелехія” та “позбавленість” (таблиця).

Центральна категорія у філософській системі Арістотеля – ентелехія від грецького $\acute{\epsilon}\nu\tau\epsilon\lambda\acute{\epsilon}\chi\epsilon\acute{\iota}\alpha$, $\acute{\epsilon}\nu\tau\epsilon\lambda\eta\zeta$ закінчений, завершений та $\acute{\epsilon}\chi\omega$ – маю, перебуваю у стані. Ентелехія – це здатність до початку руху або зміни речі, яке приводить до кращого, здатність здійснювати щось вдало або за своїм планом [Арістотель, 1019a 15–25]. Згідно з аналізом А.Ф. Лосева [21], ентелехія представляє собою синтетичний термін, який позначає: 1) перехід від потенції до організовано проявленої енергії, яка сама вміщує у собі свою

Уявлення Арістотеля про утворення порядку з безладу			
Переважні процеси розвитку у Всесвіті, скеровані до порядку, добра, блага			
матерія як можливість, первинний субстрат	+ ентелехія як мета, діяльність >	виникнення, формування (не випадково, не за співпадінням)	форма, впорядкованість, утвореність
Супутні процеси розвитку у Всесвіті, скеровані до безладу, покою, втрати форми, зла			
субстрат, предмет, матерія	+ позбавленість (форми) >	виникнення (має випадковий характер)	безформність, безобразність, безлад
Концепція самоорганізації за Арістотелем сучасною термінологією			
Переважні процеси розвитку у Всесвіті, скеровані до порядку, добра, блага			
матерія та енергія	+ інформація >	самоорганізація (не випадково)	високоорганізовані структури, вільна енергія
Супутні процеси розвитку у Всесвіті, скеровані до безладу, покою, втрати форми, зла			
матерія та енергія	+ ентропія >	дезорганізація (має випадковий характер)	стан рівноваги, безлад, зниження рівня структурної організованості

матеріальну субстанцію (2), причину самої себе (3) та мету свого руху (4), або розвитку.

“Формою, – казав Арістотель [Арістотель, 1032в], – я називаю суть буття кожної речі та її першу сутність”. Форма є чимось божественним, благим, вартим досягнення. Протилежним началом відносно форми та ентелехії Арістотель позначив “позбавленість” (steresis), яка охоплює все, що починається з префіксу “без” або “не”: безформність, безобразність, безлад, неспроможність тощо. На відміну від форми та ентелехії термін “позбавленість” втілює собою зло.

Арістотель характеризує позбавленість як неіснуюче [Арістотель, 191в]. Це співпадає з рисою, яку відмітив В.Б. Губін [22] у параметра ентропії: ентропія є прикладом фізичної величини, яка не існує без суб’єкта, а виникає саме як характеристика суб’єкта та об’єкта. Призначеність інформації, як у ентелехії Арістотеля, організовувати процеси утворення форми у наші часи тонко відчув М. Хайдеггер [23]. На такий висновок його наштовхнув лінгвістичний аналіз самого слова “інформація”: “Саме завдяки тому, що інформація інформує, тобто повідомляє, вона у той же час формує, тобто улаштовує і виправляє”. Відносно категоріальних пар інформація – ентропія та ентелехія – позбавленість можна в однаковій мірі сказати, перефразовуючи відомий вислів, що то є цариця світу та її тінь.

З творів Арістотеля “Фізика” [20] та “Метафізика” [19] випливає, що еволюція у нашому Всесвіті закономірно і детерміновано направлена від безладу до порядку шляхом перетворення інертної матерії за допомогою ентелехії та енергії у довершені форми. Внаслідок випадковостей можуть також тривати побічні процеси, направлені до втрати форми, до безладу. На наш погляд, інтуїція античного генія виявилася більш точним дослідницьким інструментом, ніж колективний інтелект І. Пригожина, Г. Хакена, М. Ейгена, В. Ебелінга і багатьох інших видатних науковців сучасності.

Якби дифузія могла діяти сама по собі,
незалежно від тепла ззовні,
то вона привела б до від’ємного
виробництва ентропії.

І. Пригожин.

Ентропоосмос і його місце у процесах самоорганізації речовини та енергії. Подібно до того, як у 1917 р. В.І. Ульянов вигукнув фразу “Є така партія!”, автор вже вкотре доволі тихо стверджує: “Є така дифузія”. Тобто така дифузія, яка без припливу енергії ззовні може забезпечувати самоорганізацію у системі за певних умов.

На початку 1980-х рр. була виявлена [24, 25] здатність рідин довільно рухатись у тому напрямку, де їхня структура більш ущільнена, впорядкована, тобто проти градієнту структурної організованості (СО). Нове явище одержало назву ентропоосмос ($\epsilon\acute{\eta}\tau\rho\omicron\lambda\omicron\zeta\mu\omicron\zeta$), що означає перетворювати у тиск (з грецької $\omega\zeta\mu\omicron\zeta$ – поштовх, тиск і $\epsilon\acute{\eta}\tau\rho\omicron\lambda\omicron$ – перетворювати). Одразу було зазначено [26], що ентропоосмотичний рух рідин – процес інформаційний, який супроводжується дією зворотних інформаційних зв'язків, формує когерентний (кооперативний) рух молекул і забезпечує самоорганізацію речовини та енергії всупереч ДНТ.

Окремо слід зауважити, що процеси самоорганізації, які протікають завдяки ентропоосмосу, суперечать ДНТ тільки у безмежно широкому його трактуванні, наприклад: неможливе перетворення теплоти у роботу, якщо немає перепаду температури і не використовується холодильник. Підкреслювалося [14], що ДНТ не можна поширювати на процеси, що протікають на мікрорівні, і випадки, коли в системі використовується інформація.

Інформаційна, антиентропійна природа ентропоосмосу полягає у тому, що молекула рідини перед тим, як визначитись з напрямком руху, кожного разу виявляє зміни у структурі і тільки після цього робить вибір і здійснює трансляційний стрибок у тому напрямку, де структура більш щільна. А зміни у структурі, як відомо, є параметром інформаційним і вимірюються бітами інформації. Дослідники про рівень СО можуть судити за зміною величини структурно чутливих параметрів рідини – густини, в'язкості, діелектричної проникності тощо.

Ентропоосмос охоплює усі випадки довільного руху рідини: концентраційний, капілярний, термо- та електроосмос, капілярні явища і, нарешті, дифузію. Справа в тому, що розчинена речовина для молекул розчинника виступає таким самим зовнішнім фактором, як електричне чи термічне або баричне поле. Тому коли у рідині є області з різною концентрацією розчиненої речовини і ця речовина збільшує рівень СО рідини, то, згідно з ентропоосмосом, виникає довільний потік, який вирівнює параметр СО і водночас концентрацію розчиненої речовини, тобто розштовхує молекули чужої речовини. Але найцікавіше відбувається у концентрованих розчинах. Тут необхідно нагадати про відкриття М.К. Хрипун [27], яке поки не дістало належної оцінки: вода або інша рідина виконує функції розчинника доти, поки молекули розчиненої речовини не утворять свою тривимірну мережу міжмолекулярних структурних зв'язків. Так, наприклад, у водному розчині молекули (вже не іони) солі при певній концентрації перебирають на себе функцію розчинника і, відповідно, здатність активно реагувати на зовнішні поля, тобто формувати ентропоосмотичний потік молекул солі проти градієнту СО нового розчинника. Коли ентропоосмотичний потік направлений до зародку, який

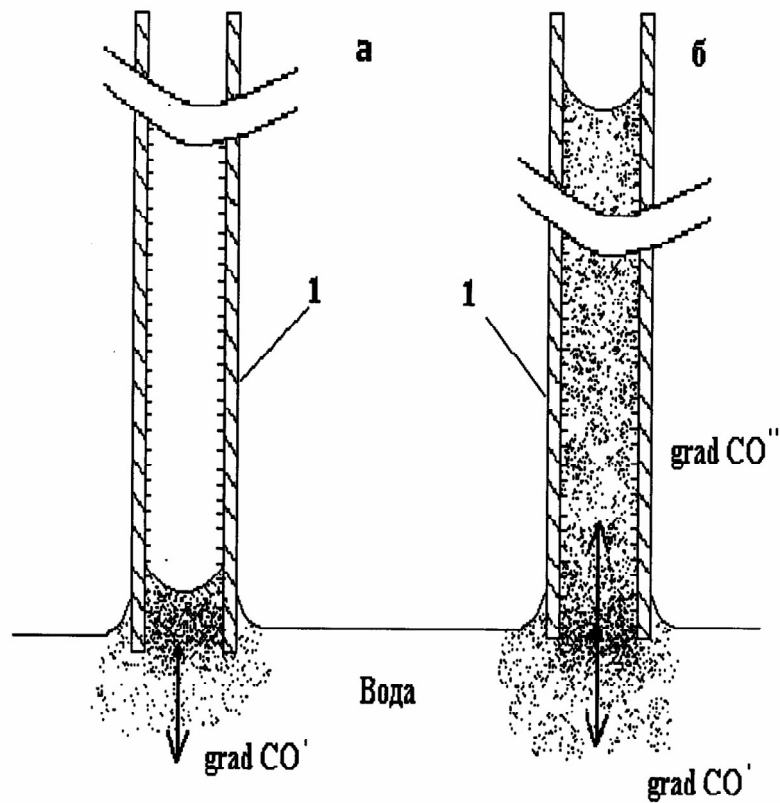


Схема дії градієнтів CO води в експерименті з підняття води у скляному капілярі:
 1 – скляний капіляр

саме і викликав формування градієнту CO , то відбувається процес побудови твердого мінерального утворення під тиском потоку. В цьому криється ще одна таїна процесу самоорганізації: саме ентропоосмотичний потік є джерелом для нарощування такого тиску під час зростання мінералу, якому, як відомо, не може протистояти навіть гірський тиск.

Розглянемо класичний експеримент з підняття води у скляному капілярі (рисунок). Цей феномен прийнято пояснювати дією капілярних сил, поверхневого натягу тощо. Даний класичний підхід методологічно хибний. Ф. Енгельс з неспростовною логікою стверджував, що слід досліджувати не дію сил, яких можна вигадати мільйон і ще кілька, а необхідно шукати і виявляти, який вид енергії перетворюється у інший.

На фрагменті *a* рисунку зображено момент стикання скляного капіляру з об'ємом води. Зауважимо, що до стикання капіляру з поверхнею води ніде ніякого джерела вільної енергії не було. Капіляр до експерименту був змочений водою і на внутрішній поверхні вже утворилися гідратні шари. Розглянемо структуру води в усті капіляру. У момент стикання гідратні шари води, які вже у кодованій формі зберігають інформацію про рельєф і напруженість електричного поля скляної поверхні, транслюють підвищений рівень CO до центру капіляру. При цьому ефект дальності сягає міліметрів. Градієнт CO , що виникає в усті, формує з теплового хаотичного руху молекул води потік, направлений з об'єму в капіляр, і збільшує рівень на ΔH .

Збільшення рівня викликає підвищення тиску на ΔP , що у свою чергу підвищує рівень СО. Таким чином включається і діє позитивний інформаційний зв'язок. Підйом води відбувається доти, поки дія негативного інформаційного зв'язку не врівноважить дію позитивного. На фрагменті б рисунку показано, що градієнти СО, які діють назустріч один одному, припиняють рух води у капілярі.

З наведеного прикладу самоорганізації речовини та енергії (теплова енергія перетворилася у роботу з підйому води та тиск без перепаду температури і використання холодильника), видно, що самоорганізація сталася без накачування системи “якісною” енергією, без експорту ентропії, без досягнення надкритичного стану, без біфуркації, флуктуацій і випадкового вибору системою шляху розвитку. Аналіз багатьох прикладів самоорганізації речовини та енергії у рідких конденсованих системах дав підставу сформулювати узагальнений синергетичний принцип [13]: самоорганізація енергії і/або речовини закономірно відбувається у системі, якщо зовнішня дія порушує стан рівноваги і обумовлює кооперативну (когерентну) поведінку елементів і за умови, що в системі переважає дія позитивного зворотного зв'язку.

Немає нічого більш практичного і цінного,
ніж гарна теорія.

Л. Больцман.

Інформація, ентропоосмос і самоорганізація в геологічних системах. Геологія представляє собою науку, яка досліджує переважно процеси самоорганізації – сучасні та ті, що мали місце у давнину. Дослідники кожного разу стикаються з випадками, які пояснити, спираючись на ДНТ, вкрай важко. Щоб не втратити вірність ДНТ, вигадують, наприклад, міфічний стан поточної рівноваги [28]. Не суперечливий і більш простий варіант пояснення процесів самоорганізації у дусі Арістотеля, а не І. Пригожина, можна надати, якщо використовувати узагальнений синергетичний принцип. На відміну від [29], у скороченому варіанті розглянемо явище метасоматозу.

У фундаментальній праці Г.Л. Поспелова [30] не наведено узагальненого визначення метасоматозу, мабуть тому що це явище складне і часом парадоксальне. Втім перелік характерних ознак метасоматозу допомагає вирізнити його серед інших явищ. Г.Л. Поспелов наводить такі, на наш погляд, найважливіші риси метасоматозу [30]: існування зовнішнього потоку єдиного розчину, який приводить до направленої речовинної зміни; у своїй крайній формі процес завершується повним заміщенням попереднього матеріалу тим, що постачається потоком водного розчину.

Г.Л. Поспелов пропонує виділити як окреме явище інтрасоматоз (“метасоматичне розбухання”), який відрізняється від метасоматозу тим, що відбувається не заміщення, а вторгнення нового матеріалу, розсування товщі порід.

Розглянемо умови виникнення і зростання метасоматичного кременю. Відомо, що галька і пласти кременю утворюються у відкладах крейди, мергелю, вапняку. Характерним є їхнє приповерхнєве залягання, де існує потік ґрунтових вод, який привносить у крейдно-мергелеву товщу кремнезем і виносить кальцій і магній. Кремій зароджується у порах і тріщинах, виконує поровий простір вапнякового скелету. Фізико-хімічний механізм цього процесу може бути представлений наступним чином. Спочатку розчинений у воді силікат натрію утворює адсорбційний шар на поверхні пори або тріщини зародкової фази, який за певної концентрації силікату можна розглядати як двовимірну рідину. У місцях звуження пор або тріщин адсорбційні шари перекриваються, виникають мікрозони вже об’ємної рідини силікату натрію, яка здатна рухатись згідно з градієнтом своєї СО. Внаслідок дії ентропоосмотичного потоку силікатна рідина стискає себе, тим самим збільшуючи рівень СО, що у свою чергу за механізмом позитивного зворотного зв’язку посилює ентропоосмотичний потік. Енергія потоку силікату натрію зростає настільки, що утворює тверду щільну фазу – кремій. Увесь процес самоорганізації відбувається згідно з узагальненим синергетичним принципом: спочатку порушується рівновага у системі (формування градієнту СО рідини), далі організується кооперативний рух молекул (ентропоосмотичний потік) і, нарешті, починає діяти позитивний зворотний зв’язок (підвищення тиску – зростання рівня СО рідини – підвищення тиску).

Звільнена після утворення кременю вода, діючи вже як розчинник, розчиняє і виносить кальцієві сполуки. Винесені назовні продукти метаболізму кремійного тіла утворюють не просто безладний шар матеріалу, а впорядковану мембранну оболонку вірогідно з конічними порами. Розширення пор мембранної оболонки у бік периферії тіла обумовлено процесом його росту. Цей процес нагадує розтріскування кори на дереві по мірі його зростання. Надалі вже мембранна оболонка з конічними порами уловлює кремнезем, організує ентропоосмотичний потік силікатної рідини, з якої пресує кремій.

Висновки. З багатьох відомих визначень категорії “інформація” для теорії самоорганізації пасує розуміння інформації як різноманітності, що створюється внаслідок зміни у структурній організованості системи, викликані дією ззовні, і обумовлює функціонування системи у напрямку самозбереження як єдиного цілого, якщо переважає дія негативних зворотних зв’язків, або у напрямку самоорганізації, якщо переважає дія позитивних зворотних зв’язків.

Процеси самоорганізації речовини та енергії відбуваються завдяки конструктивній ролі інформації, а не ентропії, і не у відповідності з другим началом термодинаміки, а у відповідності з узагальненим синергетичним принципом, згідно з яким самоорганізація енергії і/або речовини закономірно відбувається у системі, якщо зовнішня дія порушує стан рівноваги і обумовлює кооперативну (когерентну) поведінку елементів і за умови, що в системі переважає дія позитивного зворотного зв'язку.

Під час самоорганізації в геологічних системах, крім гравітації, діє ще один сильний антиентропійний фактор – ентропоосмос, який забезпечує формування когерентного (кооперативного) руху структурних елементів рідини у підземній гідросфері з хаотичного теплового руху молекул.

1. Хартли Р. Передача информации // Теория информации и ее приложения: Пер. с англ. – М.: Гос. изд. физ.-мат. лит. - 1959.
2. Урсул А.Д. Информация // Философский энциклопедический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – С. 217.
3. Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 240 с.
4. Волькенштейн М.В. Энтропия и информация. – М.: Наука. – 1986. – 191 с.
5. Шредингер Э. Что такое жизнь, с точки зрения физики?: Пер. с англ. – М.: Гос. изд-во иностр. лит-ры. – 1947. – 146 с.
6. Тейяр де Шарден. Феномен человека: Пер. с франц. – М.: Наука, 1987. – 240 с.
7. Шамбадаль П. Развитие и приложение понятия энтропии. – М.: Наука, 1967. – 278 с.
8. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине: Пер. с англ. – М.: Сов. радио, 1968. – 326 с.
9. Украинцев Б.С. О возможностях кибернетики в свете свойств отражения материи // Философские вопросы кибернетики. – М.: Соцэкгиз, 1961. – С. 110–133.
10. Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул: Пер. с англ. – М.: Мир, 1973. – 210 с.
11. Амосов Н.М. Мышление и информация // Проблемы мышления в современной науке. – М.: Мысль, 1964. – 394 с.
12. Нарский И.С. Соотношение отражения, информации и значения // Проблемы методологии и логики наук. – Вып. 2. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1965. – С. 8–15.
13. Васильченко А.А. Методология построения моделей процессов самоорганизации в геологии // Тез. докл. V Международного симпозиума по методологии математического моделирования. – Варна, 1990. – С. 243–245.
14. Васильченко А.О. Інформація та процеси самоорганізації // Питання розв. газової промстї України: Зб. наук. праць / УкрНДІгаз. – Харків, 2002. – Вип. XXX. – С. 260–264.
15. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
16. Эбелинг В., Файстель Р. Хаос и космос: синергетика эволюции: Пер. с англ. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований; НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”, 2005. – 336 с.

17. Лозовский М. Система определений материи, информации и разума. – 2003. – Российское философское общество, тел. (812) 127-81-35.
18. Пригожин И.Р. Наука, разум и страсть // Знание-сила. – 1997, № 9.
19. Аристотель. Сочинения в четырех томах. Т. 1. Метафизика. – М.: Мысль, 1976. – С. 63–368.
20. Аристотель. Сочинения в четырех томах. Т. 3. Физика. – М.: Мысль, 1981. – С. 59–262.
21. Лосев А.Ф. История античной эстетики. Т. IV. Аристотель и поздняя классика. – М.: Искусство, 1975.
22. Губин В.Б. Прав ли Пригожин? – Философские науки. – 1995. № 5–6. – С. 140–151.
23. Хайдеггер М. Положение об основании. Статьи и фрагменты. – СПб., 2000. – С. 204.
24. Васильченко А.А. Физико-химические процессы в системе буровой раствор – призабойная зона скважины и способы управления ими // ЭИ “Газовая промышленность”, сер.: Геология, бурение и разработка газовых месторождений. – ВНИИЭгазпром, 1983. – № 12. – С. 27–28.
25. Васильченко А.А. Роль физико-химических процессов в образовании и сохранении АВПД // Деп. во ВНИИЭгазпроме, окт. 1985. – № 406Д.
26. Васильченко А.А. Отражение и проявление информационной причинности в геологических и физико-химических процессах // VIII Межд. Конгресс по методологии и философии науки / Москва, авг. 1987. – Т. 2. – С. 191–193.
27. Хрипун М.К. “Парадоксы” концентрированных растворов // Химия – традиционная и парадоксальная. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1985. – С. 42–69.
28. Летников Ф.А. Синергетика геологических систем. – Новосибирск: Наука, 1992. – 230 с.
29. Васильченко А.О. Дифузія і метасоматоз. Синергетичний підхід до проблеми // Геолог України, 2006. – № 4. – С. 47–52.
30. Поспелов Г.Л. Парадоксы, геологическая сущность и механизмы метасоматоза. – Новосибирск: Наука, 1973. – 352 с.