

УДК 574+530.1

Є. В. Єлісєєва, д-р геогр. н., проф.Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
кафедра фізичної географії та природокористування
вул. Дворянська, 2, 65026, Одеса, Україна

ПОНЯТТЯ ЕНТРОПІЇ В РОЗВИТКУ ГЕОГРАФІЧНИХ ЗНАНЬ

Пошуки загального підходу до розуміння, притаманні в теперішній час різним науковим напрямкам, в тому числі й географії. Розглядається поняття ентропії в пристосуванні до природних процесів.

Ключові слова: ентропія, самоорганізація, розвиток.

Пошуки загального підходу до розуміння розвитку, присутні в теперішній час, різним науковим напрямкам, де питання стоїть у створенні синтезованого уявлення єдиного процесу розвитку, що охоплює неживу природу, життя й суспільство. При цьому єдиний світовий процес розвитку подається як безперервне ускладнення організації (Н.Н. Моїсєєв, 1987) [3]. Повне пізнання потребує відкриття узагальненого закону розвитку, але ж він завжди розсіяний в конкретних проявах, і як загальний може бути відкритий лише у вигляді ідеальної моделі. Обов'язковим для досягнення такої мети повинно бути використання фундаментальних законів природи, яким підлягають і географічні системи.

Дані сучасної науки стверджують, що в своїй основі природа проста та єдина (обмежена кількістю елементарних частин, матеріальних носіїв генетичної інформації). В той же час, саме ця простота породжує велику різноманітність явищ в матеріальному світі, що нас оточує. Звідси й виходить важливість тих небагаточисельних законів, які визначають в цілому поведінку складних систем.

До таких законів відносять й закони термодинаміки, що далеко вийшли за межі тієї області знань, для якої вони розроблені. Вони лягли в основу сучасного загальнонаукового методу досліджень — енергоентропічного, заснованого на тому, що в усіх макроскопічних системах матеріального світу — живої та неживої природи, техніки, науки й т. п. безперервно проходять зміни кількості енергії та ентропії, вивчаючи які можна отримати дані про функціонування й розвиток цих систем.

“Цариця світу й її тінь” писав про енергію й ентропію один з авторів (Ф. Ауербах, 1909) [1] на початку ХХ ст., “понад усім, що проходить у безмежному просторі, в потоці часу, що проходить володарює енергія, тут дарує, там забирає, але, в цілому зберігаючись кількістю надмірною. Але де світло, там і тінь, ім'я якої — Ентропія”.

Енергія — джерело діяльних сил і міра розсіювання енергії й збільшення всіх форм безладу.

Ентропія — одне з найважливіших і фундаментальних понять, які висунуті наукою за останнє століття. Сьогодні ентропія займає чільне місце в найрізноманітніших галузях науки й техніки і є однією з основ сучасного світорозуміння. Поняття “ентропія” було вперше введено в фізику Р. Клаузіусом у 1865 році. Ентропія вимірюється в одиницях енергії поділених на температуру (єрг/К або Дж/К).

Ентропія деякої системи, наприклад, певного ландшафту, дорівнює сумі ентропії підсистем (ґрунту, водних мас, літогенної основи, біоценозів тощо) таким чином вона адитивна. Ентропія росте до свого максимального значення, відповідно рівноважному стану системи, в само по собі утворених процесах (без доступу енергії зовні). Ентропія є також функція стану дослідженої системи й доводиться через логаритм статистичної ваги стану (формула Л.Больцмана). При цьому невпорядкований стан (продукти вивітрювання) більш ймовірний ніж впорядкований, і коли порядок утворюється в більшості випадків штучно, тоді безлад виникає сам по собі, тому що стану відповідає більша можливість, більша ентропія, менш злагоджений стан має більшу статистичну вагу, так як він може бути реалізований більшим числом способів ніж упорядкований.

Серед фізичних величин ентропія посідає особливе місце в двох відносинах (не незалежних). З одного боку ентропія, яка менш всього піддається інтуїтивному сприйманню або уявленню, яке відрізняється від чисто математичного, довго вважалась найабстрактнішою фізичною величиною. З другого боку “ентропія швидко переступила кордони фізики і пройшла в самі глибинні області людської думки” (Шамбадаль П., 1967) [4]. Головною підставою впливу ентропії на філософську думку є її властивість змінюватись в одному напрямку, або інакше кажучи, бути незворотною. З точки зору фізики, єдина можливість розрізняти минуле й майбутнє, є вивчення впливу випадку, інакше безладу, пануючого в світі, мірою якого є ентропія. Закон зростання ентропії, як підкреслює вище зазначений автор, є єдиний закон фізики, який не може бути спростований й ентропія в майбутньому буде мати незалежне існування й тому буде легше сприйматися як символ динамічної якості світу.

В той же час в широкому колі вітчизняних дослідників, які займаються як теоретичними задачами та й, особливо, прикладними доволі обмежені уявлення про суть і роль ентропії в оточуючому нас світі. Недолік уваги з боку дослідників пов'язаний, мабуть, з тим, що ентропія визнається математичним виразом й не піддається простому інтуїтивному уявленню. Коли ми без точних визначень розуміємо, що таке низька температура або високий тиск, то далеко не кожен зможе визначити, в який бік відрізняється ентропія відра з водою від ентропії оточуючого повітря.

Різні області людських знань, використовуючи поняття ентропії, подають стану свій, відповідний цій області зміст. Так, у термодинамі-

ці — це міра розсіювання енергії в статистичній механіці й фізиці — міра можливого стану систем, в теорії інформації — міра невизначеності систем (міра недоліку знань в системі), й кібернетиці міра дезорганізації (міра випадковості будови систем).

Положення термодинаміки, розроблені для замкнутих систем де ентропія неуклінно росте, було б неправомірно розповсюджувати на відкриті географічні системи, коли б подальше вдосконалення термодинаміки не привело до розробки невірніюваноженної термодинаміки. І. Пригожин та П. Глансдорф (1973) [2] показали, що існують відкриті системи, в яких ентропія знижується, коли вони наближаються до стану рухомої рівноваги.

В чітку картину процесів кісної матерії географічної оболонки, що підпоряджені другому початку термодинаміки, внесла жива матерія, її взаємодії з енергією та ентропією Є. С. Бауер (1935), формуючи основні особливості живих систем відмітив їх постійну роботу проти врівноваження з оточуючим середовищем, і те, як в неживих системах стійкий їх врівноважений стан, так в живих стійка нерівновага. Рослина, тварина або людина це приклад хімічної системи в нестійкій рівновазі, вони є мало наявною структурою, що містить дуже низьку ентропію, але високу організацію.

Яскраво подана нерівновага живих систем привела дослідників до сумніву в дійсності другого початку в області живого. Але подальше вивчення питання показало, що все що діється в природі, веде до збільшення ентропії в тій частині світу, де це проходить, включаючи і живі системи. Останні також безперервно збільшують свою ентропію, наближаючись до стану максимальної ентропії — смерті. Живі організми з метою зменшення своєї ентропії та підтримання нерівноважного стану витягують лад з оточуючого середовища, підвищуючи упорядкування організму. Так, вищі тварини і людина харчуються впорядкованими органічними сполученнями, а повертають їх оточуючому середовищу в невпорядкованій деградованій формі, а рослини підвищують упорядкованість деградованих речовин за допомогою фотосинтезу. Це єдиний на Землі самостійний процес, в якому за рахунок сонячної енергії, що надходить зовні, ентропія зменшується. Рослини поглинаються вищими тваринами і цикл повторюється. Звідси старіння організму або рослини — це типовий процес підвищення ентропії.

Далі треба відмітити, що існує певна послідовність оновлення наук природного циклу: математика, фізика, фізична хімія, хімія, біохімія, біологія і біогеографія, географія, геологія. Таким чином, географія повинна використовувати все, що оновлено раніше в показаній послідовності.

В зв'язку з тим, що географічна оболонка подана, як кісною матерією, так і живими істотами та рослинами, побудова загальноземної ентропійної моделі ускладнена, хоча й можлива на рівні сучасних наукових знань. Підставою цього є те, що механізм змін в географічній оболонці працює головним чином на енергії сонячного випромінювання.

нювання, гравітаційних сил взаємодії Землі з Місяцем та Сонцем, ротаційній енергії обертання Землі, а також те, що ентропія відкрила шлях від технологій (теплова машина) до космології (напряму часу і доля Всесвіту).

Сьогодні до звичайних для географічної оболонки сфер (літосфера, гідросфера, атмосфера, біосфера, а також техносфера) слід додати інформаційно-енергетичне поле Землі, розуміння якого неможливе без розуміння природи ентропії, її зв'язку з енергією та інформацією.

Паралельно уявному земному світу (макросвіту) існує невидимий для нас інший — тонкий світ — світ поза часом в багаторічному просторі. Цей світ не підлягає законам класичної фізики, віддалений від неї постійною Планка, де розмір часток не перебільшує 10^{-10} м. При цьому різні рівні будови матерії: макросвіт (панування необхідності, закономірності) та мікросвіт (панування випадковості) володіють різною інформаційною місткістю.

В мікросвіті інформаційна місткість більше. Наприклад унікальні властивості води (температура замерзання, питома тепломісткість, в'язкість, коефіцієнт заломлення світла діелектричне проникнення та ін.) пояснюється тільки на молекулярному рівні.

На рівні макросвіту, тобто параметрів географічної оболонки, розмір ентропії з метою придбання емпіричних коефіцієнтів для визначення інтенсивності процесів по регіонах, може бути врахований за вище показаною формулою Л. Больцмана, а також визначений на підставі експериментальних даних, як виконано, наприклад, у випадку термодинамічного підходу до ґрунтоутворення.

На рівні мікросвіту розглядається інформаційний простір Всесвіту, його зв'язок з ентропією та вплив безперервного струму енергії, яка виходить від Сонця та зірок, на процеси в географічній оболонці. В освоєнні цього напрямку серед природознавців, крім, звичайно, фізиків, значно встигли біологи, переусвідомлюючи на новому рівні питання еволюції, прихилиючи до досліджень питання фізичного вакууму, ентропії та інформації.

Що вакуум — це складна система, яка містить, в деякому розумінні, половину всього існуючого, першим промовив Дірак. Сьогодні фізичний вакуум являє собою багатомірний простір з неєдиноспрямованим часом. Крім того, в фізичному вакуумі нема реальних частин, а тільки, так звані, віртуальні кванти, тому в ньому немає незворотних процесів, а отже, росту ентропії. Однак можливі флуктуації поблизу нульового значення ентропії. Одночасно з фізичним вакуумом розглядається, також, семантичний вакуум, як простір, що з самого початку містить безліч не проявлених або статистично врівноважених понять, тобто закодовану інформацію, яка може синтезуватись, наприклад, в генетичній інформації.

Коли припустити, що все на Земній кулі одержує інформацію з фізичного вакууму, тоді на Землі ніколи не буде досягнутий максимум ентропії, тому що будь-яке отримання інформації — це зменшення ентропії, а це означає продовження існування Землі.

Де, як, в якій сфері географічної оболонки слід шукати ознаки впливу (тиску) зашифрованої, семантичної інформації, що знижує ентропію, це архіскладна задача, рішення якої, все ж таки може підняти рівень географічних знань.

Вічно мінливий, вигляд нашої планети, що постійно ускладнюється, містить в собі макросвіт — панування необхідності, закономірності та мікросвіт — панування випадковості та всюди проявляє себе баланс енергії та ентропії.

Література

1. Ауэбах Ф. Царица мира и ее тень. Перев. с нем. Одесса, 1909, 54 с.
2. Гленсдорф Л. Пригожин И. — Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. — М.: Мир, 1973. — 280 с.
3. Моисеев Н. Человек, среда, общество. — М.: Наука, 1987. — 240 с.
4. Шамбадань П. Развитие и приложение понятия энтропии. — М., 1967. — 278 с.

Е. В. Єлісєєва

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,
кафедра физической географии и природопользования
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

ПОНЯТИЕ ЭНТРОПИИ В РАЗВИТИИ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ

Резюме

Поиски общего подхода к пониманию развития присущи в настоящее время разным научным направлениям, в том числе и географии. Рассматривается понятие энтропии в приложении к природным процессам.

Ключевые слова: энтропия, самоорганизация, развитие.

E. W. Eliseewa

Odessa State University,
Department of Physical Geography and Nature Management
Dvorianskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine

CONCEPTION ENTROPY I DEVELOPMENT GEOGRAPHICAL KNOWLEDGE

Summary

Search common approach to understanding development in real time various scientific in volume number geography. Examine entropy in supplement to natural process.

Key words: entropy, self-organisation, development