

ІНФОРМАЦІЯ: ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ

Болеста Іван, Калівоска Богдана

Львівський національний університет імені Івана Франка,
кафедра радіофізики та комп'ютерних технологій,
e-mail: bogdana.kalivoshka@lnu.edu.ua

У сучасному світі інформація є одним з найважливіших ресурсів і, водночас, однією з рушійних сил розвитку людського суспільства. Інформаційні процеси, що відбуваються у матеріальному світі, живій природі та людському суспільстві, вивчаються або враховуються усіма науковими дисциплінами – від філософії до маркетингу. У середині XX століття сформувалася наука інформатика, яка займається дослідженнями в галузі способів і засобів отримання, зберігання, передачі та обробки інформації. Відтоді термін «інформація», як одне з основних понять кібернетики, перетворився на загальнонаукове поняття, що включає обмін відомостями між людьми, людиною та автоматом, автоматом та автоматом; обмін сигналами у тваринному та рослинному світі; передачу ознак від клітини до клітини, від організму до організму (наприклад, генетична інформація) тощо (рис.1)

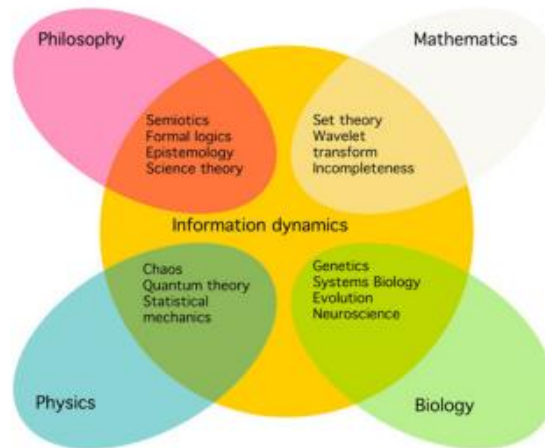


Рис.1. Діаграма, яка відображає використання поняття інформації у різних науках [1]

Кількісна міра інформації виражається певним числом, що дає можливість чисто філософському поняттю надати наукове визначення.

Оскільки інформація дає певні відомості про природу, то кількість інформації, яка міститься у повідомленні, можна визначити через різницю невизначеностей між вихідною (до отримання інформації) та кінцевою (після отримання інформації) необізнаностями (Міра Хартлі). Міра інформації $I = \log n$, яка уведена Хартлі, стосується випадку рівноймовірних повідомлень. У разі нерівноймовірних повідомлень Шеннон запропонував іншу формулу для кількості інформації (міра Шеннона):

$$I = - \sum_{i=1}^N p_i \log p_i(a),$$

де p_i – ймовірність отримання i -того повідомлення.

Наведені вище визначення інформації умовно можна віднести до ймовірнісних, які розвиваються у ймовірнісній теорії інформації. Визначення інформації за Шенноном у математичному сенсі схоже до поняття ентропії, що широко використовується у термодинаміці. Ентропія системи пов'язана із ймовірностями її стану, а інформація – з отриманням даних про цей стан. З цього випливає існування взаємозв'язку між ентропією та інформацією: $S_1 = -k \ln 2 I_1$ (1).

Збільшення інформації про систему приводить до зменшення її ентропії і навпаки – відсутність інформації про систему зумовлює ріст її ентропії. Із співвідношення (1) можна отримати ентропійний еквівалент одного біта інформації, який становить $k \ln 2 \approx 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$. Оскільки термодинамічна ентропія є пропорційною до числа станів системи w , а ймовірність $p = 1/w$, то інформація та ентропія мають різні знаки. Тому для розглядуваної системи повинен виконуватися закон збереження ентропії та інформації [1]: $I + S = \text{const}$. Інформація та ентропія характеризують реальні системи саме з позицій впорядкованості та хаосу, причому мірою впорядкованості служить інформація, а мірою безладу – ентропія. Чим більшою є інформація про систему, тим меншою є її ентропія (рис.2):

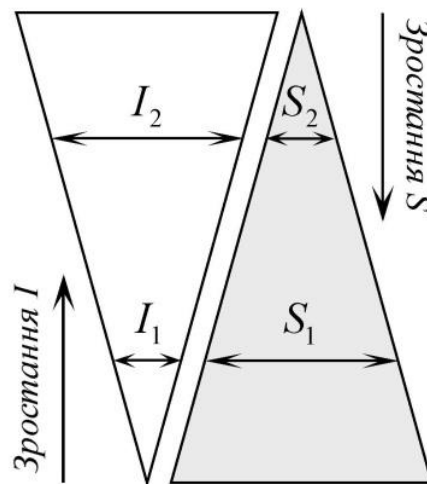


Рис.2. Взаємозв'язок між ентропією та інформацією для замкнутої системи: у двох різних станах виконується рівність $I_1 + S_1 = I_2 + S_2$.

Зростання суспільної (соціальної) ентропії, згідно закону збереження інформації та ентропії, зумовлене відсутністю правдивої інформації. Взаємозв'язок інформації з суспільною ентропією та суспільною енергією, духовним станом кожної людини є незаперечним, і його слід враховувати як у політиці, так і у повсякденному житті суспільства та окремого індивіда.

При стиранні в пам'яті комп'ютера одного біта інформації в оточуюче середовище розсіюється енергія, величина якої є не меншою, ніж $k_B T \ln 2$. Це твердження виражає так званий принцип Ландауера, суть якого полягає у тому, що для створення одного біта інформації необхідно затратити певну енергію, величина якої $k_B T \ln 2$ становить мінімальну межу [2].

Установлений зв'язок між інформацією та енергією, з урахуванням формули Ейнштейна, яка пов'язує масу з енергією $E = mc^2$, дозволяє розширити принцип Ландауера, який встановлюватиме еквівалентність між масою, енергією, та інформацією. У рамках цієї концепції можна оцінити масу одного біта інформації [1] (рис.3):

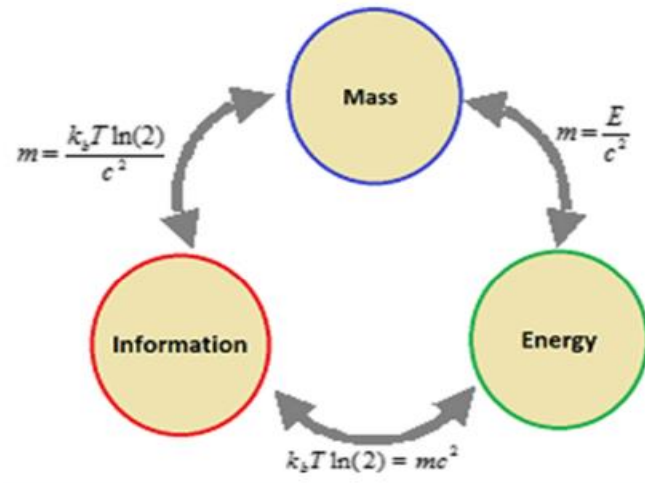


Рис.3. Схематичне зображення принципу еквівалентності маси, енергії та інформації [1].

Проблема створення, виникнення інформації належить до ключових у сучасній картині світу, і на даний час відсутня теорія, яка б з єдиних позицій пояснювала створення, рецепції та запам'ятовування інформації. Найпершим, що лежить на поверхні при розгляді цього питання, виникає існування своєрідної естафети, пов'язаної з передачею інформації у часі та просторі. Оскільки інформація пов'язана з вибором, то з цього випливає визначальна роль випадковості у генеруванні нової інформації, тобто не існують детерміновані алгоритми для реалізації наукових відкриттів, розв'язку нових проблем, тощо. Процес рецепції інформації є необоротним. При рецепції отримується нова інформація, що супроводжується ростом ентропії, яка є необоротним процесом. Тому процес сприйняття інформації також є необоротним.

Поняття цінності інформації слід розглядати тільки у сукупності з її споживачем. Цінність інформації визначають як збільшення ймовірності досягнення певної цілі після отримання самої інформації: $\log q/p$, де p і q – ймовірності досягнення цілі до та після отримання інформації.

Список літератури

1. Melvin M. Vopson . The mass-energy-information equivalence principle Cite as: AIP Advances 9, 095206 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5123794> Published Online: 06 September 2019 COLLECTIONS.
2. R. Landauer, Irreversibility and heat generation in the computing process. IBM Journal of Research and Development 5 (1961). P. 183–191.