

Основи теорії утворення інформаційних систем

Юрій Хлапонін¹, Володимир Вишняков²

^{1,2} Київський національний університет будівництва і архітектури
пр-т Повітрофлотський, 31, Київ, Україна, 03680

¹ y.khlaponin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9287-0817>

² volodymyr.vyshniakov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4668-712X>

Received 13.05.2024, accepted 20.05.2024

<https://doi.org/10.32347/uwt.2024.14.1204>

Анотація. У статті розглядаються процеси утворення, передавання та використання інформації у системах різноманітного призначення. Теорія базується лише на існуючих фактах реального життя, які експериментально підтверджені дослідженнями біологів та мікробіологів. Оскільки для усіх штучних систем первинним джерелом інформації можуть бути лише живі системи, то багато уваги приділено опису функціонування біологічних механізмів. Усі живі системи мають геном, що являє собою інформацію, завдяки якій розмножуються організми, без чого життя було б приречено на загибель. Показано яким чином з'являється інформація, що сприймається інформаційними системами. Розглянуто питання об'єднання інформаційних систем у кібернетиці та живій природі. Доведено, що інформація не може виникати без участі інформаційної системи, у яку повинна бути закладена інформація. Це свідчить про неможливість утворення інформації за наявності лише матерії та енергії.

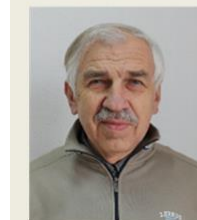
Ключові слова: система, інформаційна система, властивості інформації, інформаційні процеси, утворення інформації.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

Під системою будемо розуміти скінчену множину елементів та зв'язків між ними [1]. У цих елементах може бути або не бути інформація. Зовнішнє середовище являє собою необмежену кількість систем, з якими відбувається взаємодія досліджуваної системи. У цій взаємодії є можливість потрапляння у систему з зовнішнього середовища матеріальних елементів та



Юрій Хлапонін
завідувач кафедри
кібербезпеки та комп'ютерної
інженерії
д.т.н., професор, академік
Української академії наук



Володимир Вишняков
доцент кафедри кібербезпеки
та комп'ютерної інженерії
к.т.н., доцент

енергії, які у свою чергу можуть бути носіями інформації. Хоч інформація не є матерією чи енергією, але вона завжди перебуває на якомусь матеріальному носії. Інші варіанти її існування є невідомими. Головною характеристикою інформації є її значення, оскільки не існує інформації, яка б не мала ніякого значення [2]. У разі наявності інформації у системі можуть виконуватись дії. При цьому інформація використовується для вибору тих чи інших варіантів дій, що описуються алгоритмом функціонування системи [3]. Будь-які інші можливості використання інформації є невідомими.

У роботі [4] визначено мінімальний набір властивостей системи для забезпечення можливості виконання дій з використанням інформації. У разі відсутності будь-якої з цих властивостей система буде нездатна реагувати на інформацію і виконувати відповідні дії. Перелік цих властивостей наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Необхідні властивості системи для використання інформації**Table 1.** Necessary system properties for information use

Позначення властивості	Назва властивості	Опис властивості
<i>M (Memory)</i>	Пам'ять	Збереження інформації у вигляді, який дозволяє використовувати її для вибору тої чи іншої дії
<i>S (Sensor)</i>	Чутливість	Сприйняття певних характеристик зовнішнього середовища
<i>C (Choice)</i>	Здатність вибирати	Можливість обирати ту чи іншу дію в залежності від збереженої інформації та зовнішніх факторів
<i>E (Execution)</i>	Дієздатність	Здатність виконувати обрані дії

У роботі [4] запропоновано лише системи, які мають усі перелічені у табл. 1 властивості, вважати інформаційними. Хоч для того, щоб у систему могла бути занесена інформація достатньо мати пам'ять, яка відіграє роль носія інформації. Але носії лише зберігають інформацію і ніяких інших функцій виконувати не можуть. Тому поведінка таких систем нічим не буде відрізнятися від систем без інформації. Тобто вони будуть лише фізично та/або хімічно реагувати на зовнішнє середовище. Розглянемо це на прикладі електричного запобіжника. Носієм інформації у запобіжнику є дротик певної товщини та

довжини. Ці розміри підбирають таким чином, щоб у разі коли електричний струм перевищить дозволене значення, дротик перегорав. Якщо дротик не потрапить у певне місце, яке слід передбачити у системі, то закладена інформація не зможе відіграти ніякої ролі. Цей приклад показує, що для утворення інформаційної системи потрібно не лише занести інформацію на певному носії, а слід мати відповідну структуру з наявністю усіх тих властивостей, що перелічені у табл. 1. Повний перелік відомих елементарних дій над інформацією надано у Табл. 2.

Таблиця 2. Дії, які можуть виконуватись над інформацією**Table 2.** Actions that can be performed on information

Назва дії над інформацією	Виконавець дії
Сприйняття (завдяки чутливості)	Інформаційна система
Запам'ятовування	Інформаційна система
Копіювання на зовнішні носії	Інформаційна система
Зберігання	Будь-який фізичний носій
Знищення (часткове або повне)	Деякий фізичний процес
Використання у процедурах вибору	Інформаційна система
Спотворення випадкове	Випадковий фізичний процес
Спотворення умисне	Інформаційна система
Перетворення (кодування)	Інформаційна система
Створення (завдяки фантазуванню)	Інформаційна система
Сприйняття від інших систем (через носії)	Інформаційна система

Зауважимо, що немає дії, яка б перетворювала матеріальне в інформацію (або навпаки), але все, на що реагує система,

може перетворюватись в інформацію завдяки датчикам або чутливим органам. Інформація про характеристики середовища

може сприйматись лише системами, що мають засоби реагування на ці характеристики. Поза межами системи ніякі дії, крім зберігання інформації, не можуть виконуватись. Оскільки усі штучні системи створюють люди, то з цього витікає, що найпершими джерелами інформації є живі системи. Завдяки дослідженню біологів докладно описані процеси, які відбуваються у живих організмах на молекулярному рівні. Враховуючи те, що живі істоти є інформаційними системами, на їх прикладі можна виявити та визначити закономірності щодо утворення інформаційних систем.

Саме визначення цих закономірностей є метою даної теорії.

ІЄРАРХІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

За можливістю утворення копій інформації системи можна розподілити на три ієрархічні рівні. На нижньому рівні розмістимо системи, що нездатні утворювати копії інформації на зовнішні носії для відправки за межі системи.

Середній рівень означає, що система може утворювати копії інформації на зовнішні носії, але нездатна розмножуватись.

До вищого рівня віднесемо системи, які здатні розмножуватись, що означає утворення дієздатних копій самої системи. За принципом розподілу, який полягає у тому, що чим більше функцій може виконувати система, тим вищим є її рівень, можна у кожному з описаних рівнів виділити низку підрівнів. Найнижчому підрівню відповідатимуть системи, що виконують лише одну функцію. Такі інформаційні системи можна вважати елементарними, бо їх неможливо розділити на підсистеми через втрату функціональності. Серед них є такі, що використовуються лише один раз. Наприклад, запобіжники, які перегорають у разі перевищення заданого значення електричного струму. Слід зауважити, що і у живих організмах є системи разового використання. Наприклад, механізм, який отримав назву hairpin (шпилька) [6], виконує від'єднання синтезованого ланцюга РНК від

РНК полімерази [7]. Після виконання своєї дії він розкладається на складові частини (нуклеотиди), з яких потім утворюються нові біологічні системи. Особливість ієрархії інформаційних систем полягає в тому, що системи нижчих рівнів створюються системами вищих рівнів. Лише завдяки цьому забезпечується існування систем нижчих рівнів, бо період існування кожної окремої системи є обмеженим через невідворотність руйнування. Прикладом створення штучних систем може бути автоматичний станок, який виробляє електричні запобіжники. Невідомі випадки створення систем нижчого рівня без закладання в них інформації системою вищого рівня. У живій природі також є чимало систем, що відповідають нижньому рівню ієрархії. Одними з них є еритроцити [8], які переносять кисень від легень до м'язів. У людському організмі близько 84% від усіх клітин тіла складають еритроцити. Їх виробляють клітини кісткового мозку. Час життя еритроцитів усього 100-120 діб. Існують припущення щодо можливості утворення інформаційних систем з матерії без участі будь яких інформаційних систем, але таке не підтверджується жодним фактом. Є природні явища, які можуть нагадувати

дію інформаційних систем, наприклад, блискавки або виверження вулканів, але усі такі явища мають чисто фізичні пояснення без втручання інформації. У живій природі є чимало інформаційних систем середнього рівня. Їх називають стовбуровими клітинами. Ці клітини в результаті поділу можуть утворювати, як інші стовбурові клітини, так і спеціалізовані клітини, що відповідають нижньому рівню ієрархії. Прикладом штучних систем вищого рівня є комп'ютерні віруси, але ці системи можуть існувати лише у комп'ютерному середовищі. Усі живі істоти, що здатні до самостійного розмноження, відповідають вищому рівню ієрархії інформаційних систем. Кількість підрівнів ієрархії для живих істот може перевищувати кількість видів організмів. До найнижчого підрівня можна віднести бактерії та інші одноклітинні. Серед людей з різними

здібностями, щодо обробки інформації та створення штучних інформаційних систем, кількість підрівнів складно оцінити.

ПРИНЦИПИ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Не потребує доведення той факт, що усі штучні інформаційні системи створюються живими істотами, а у переважній більшості саме людьми. У дуже рідкісних випадках це вдається іншим істотам, наприклад, бобрам, які здатні побудувати греблю для утворення водойми. За ознаками, що наведені у табл. 1, греблю слід вважати інформаційною системою. Висота греблі є носієм інформації про рівень води, а закладають цю інформацію ті, хто створює греблю. В залежності від рівня води у структурі греблі обирається та виконується одна з двох дій: накопичення води або скидання води у разі перевищення заданого рівня. Як потрапляє інформація від живих істот до штучних інформаційних систем досить легко проаналізувати. Також цілком зрозуміло яким чином з'являється потрібна інформація у творців неосяжної кількості штучних систем від простого електричного вимикача, до штучного інтелекту. Судячи з життєвого досвіду цей процес починається з виникнення ідеї у творчої людини. Далі відбувається створення технологічної інформації завдяки фантазуванню з використанням в тій чи іншій мірі методу спроб та помилок під час експериментів. Все це супроводжується наявністю бажання у деяких людей щодо створення чогось нового і в усіх випадках складається з елементарних дій, які перелічені у табл. 2. Створення, навіть найпростішої, інформаційної системи без використання інформації з якоїсь системи вищого рівня є невідомим. Це підтверджується відсутністю у табл. 2 дії перетворення матерії в інформацію. З цього витікає те, що без використання інформації ніяку інформаційну систему побудувати неможливо. Найбільш досконалими можна вважати живі інформаційні системи, які у вигляді бактерій існують на землі близько 3,5 млрд. років. Завдяки біологам та

мікробіологам, інформаційні процеси у живих організмах описані на молекулярному рівні. У складі кожного живого організму є геном, що являє собою життєво важливу інформацію, яка зберігається у молекулах ДНК [9]. Ця інформація є проектом побудови та розвитку організму. Завдяки копіюванню ділянок молекули ДНК у вигляді молекул РНК починається формування біологічних механізмів, кожен з яких являє собою інформаційну систему. Процес цього копіювання виконує спеціальний біологічний механізм РНК-полімераза, що показано на рис. 1 разом з пояснювальною схемою знизу.

Повний життєвий цикл інформаційних перетворень у клітині бактерії, починаючи від появи клітини після поділу до моменту її наступного поділу, описано у роботі [5]. Завдяки описаним процесам відбувається розмноження бактерій одночасно з копіюванням її життєво необхідної інформації, що знаходиться у ДНК. Показано, що розмноження клітин без використання цієї інформації є неможливим, а збереження ДНК з інформацією забезпечується завдяки розмноженню, оскільки при цьому утворюються копії ДНК. Таким чином стає можливим вічне існування життя разом з необхідною для його розмноження інформацією. Слід звернути увагу, що у ДНК живих клітин є інформація лише про те, як зробити копію організму, але не про те, як створити організм з нуля.

Існує чимало різних припущень щодо можливого утворення життя без використання інформації, яка зберігається у ДНК живих організмів. Наводять приклади утворення молекул, які є у складі живих клітин, але це пояснюють законами хімії без використання життєво необхідної інформації. Оскільки усі живі організми є інформаційними системами, утворення яких можливо лише з використанням певної інформації, то всі припущення щодо випадкового виникнення життя з неживої матерії не відповідають дійсності.

Спроби обґрунтувати неминучість виникнення життя з неживої матерії

базуються на тому, що згідно з теорією Великого вибуху момент зародження Всесвіту супроводжувався величезною температурою та густиною [10]. У таких умовах не існувало місця для збереження життя з життєво необхідною інформацією, яка зберігається у молекулах ДНК. Слід зауважити, що теорія «великого вибуху» не дає відповіді на цілу низку запитань, які пов'язані з еволюцією Всесвіту: вона незавершена і, безумовно, розвиватиметься надалі. Також не слід забувати, що у цій теорії немає згадки про інформацію, з чого

витікає, що розробники не враховували важливість значення інформації для існування життя. Люди, являючись високо розвинутими інформаційними системами, здатні фантазувати, але інформація це не лише наші фантазії, а компонент живої природи, без якого життя було б неможливе. Якщо вважати, що наше життя є дійсною реальністю, то слід визнати реальність існування інформації, без якої життя б не було.

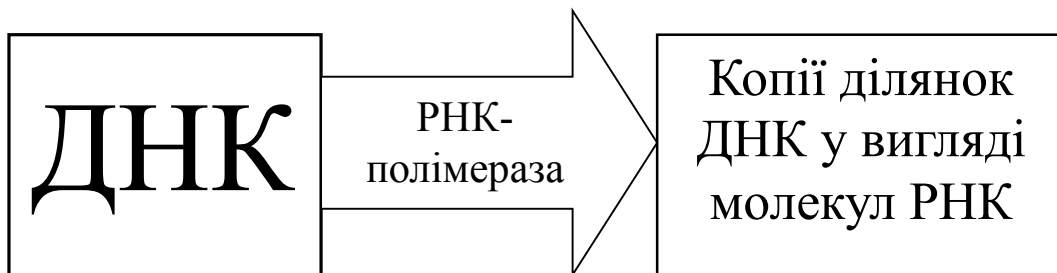
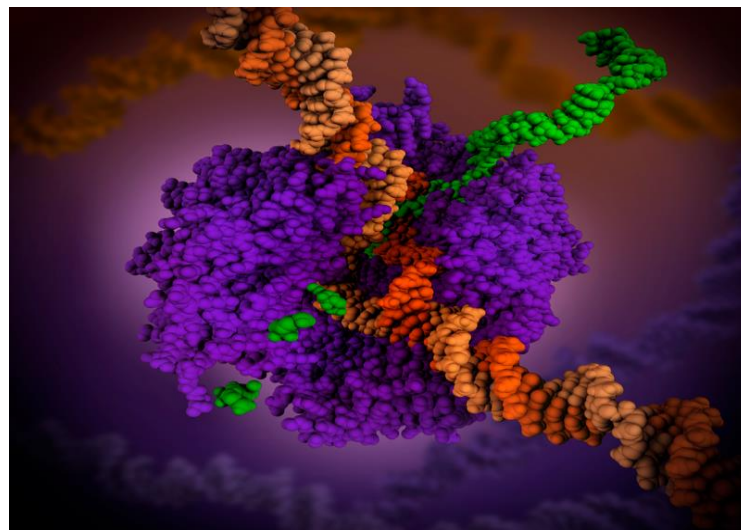


Рис. 1. Процес копіювання ділянок ДНК (помічена оранжевим) у вигляді РНК (помічена зеленим) за допомогою РНК-полімерази (помічена фіолетовим)

Fig. 1. The process of copying DNA sections (marked in orange) in the form of RNA (marked in green) using RNA polymerase (marked in purple)

ВИСНОВКИ

Показано, що для створення будь-якої інформаційної системи необхідно закласти в неї інформацію. Це закладання може виконати лише система, що має інформацію, яку слід закласти, а також має здатність виконувати дію копіювання інформації на зовнішній носій поза своїми межами.

Найбільш досконалыми можна вважати живі інформаційні системи, які у вигляді бактерій існують на землі близько 3,5 млрд. років. У складі кожного живого організму є геном, що являє собою життєво важливу інформацію, яка зберігається у молекулах ДНК. Завдяки копіюванню ділянок молекули ДНК у вигляді молекул РНК

утворюються біологічні механізми, кожен з яких являє собою інформаційну систему.

Показано, що розмноження клітин без використання інформації з ДНК є неможливим, а збереження ДНК з інформацією забезпечується завдяки розмноженню, оскільки при цьому утворюються копії ДНК. Таким чином стає можливим вічне існування життя разом з його життєво необхідною інформацією.

Люди, являючись високо розвинутими інформаційними системами, здатні фантазувати, але інформація це не лише фантазії, а компонент живої природи, без якого життя неможливе. Якщо вважати, що життя є дійсною реальністю, то слід визнати реальність існування інформації, без якої життя б не було.

ЛІТЕРАТУРА

1. System. From Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/System>
2. Information. From Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Information>
3. Algorithm. From Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Algorithm>
4. Вишняков В. (2023). Принципи розвитку інформаційних систем. Grail of Science, (27), 347–353. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.12.05.2023.054>
5. Вишняков В. (2024). Відкритий шлях до розуміння інформації та її походження. Grail of Science, (39), 478–495. <https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/issue/view/10.05.2024/27>
6. Terminator_(genetics). From Wikipedia, the free encyclopedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Terminator_\(genetics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Terminator_(genetics))
7. RNA_polymerase. From Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/RNA_polymerase
8. Red_blood_cell. From Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Red_blood_cell
9. Genome. From Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Genome>
10. Big_Bang. From Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang

Basics of the theory of formation of information systems

Юрій Хлапонін, Володимир Вишняков

Abstract. The article examines the processes of formation, transmission and use information in systems of various purposes. The theory is based only on existing ones facts of real life, which are experimentally confirmed by the research of biologists and microbiologists. Since only living systems can be the primary source of information for all artificial systems, much attention is paid to the description of the functioning of biological mechanisms. All living systems have a genome, which is the information that allows organisms to reproduce, without which life would be doomed. It is shown how information perceived by information systems appears. The issue of combining information systems in cybernetics and living nature is considered. It has been proven that information cannot arise without the participation of an information system in which the information must be embedded. This indicates the impossibility of information formation in the presence of only matter and energy.

Keywords. system information system, properties of information, information processes, formation of information.