

Теоретико-методологічні засади забезпечення інформаційної безпеки людини, суспільства, держави

УДК 621.391

*ПОЧЕРНЯЄВ Віталій Миколайович
ГЛАДКИХ Валерій Миколайович
СИВКОВА Наталія Максимівна*

АНАЛІЗ СТАНУ ОСНОВ ТЕОРІЇ ІНФОРМАЦІЇ

Постановка проблеми. Нині щодо поняття «інформація» склалася парадоксальна ситуація: з одного боку, термін «інформація» використовується практично всюди, а кількість публікацій з інформаційної тематики величезна та продовжує зростати; з іншого боку, визначення поняття «інформація» є ще неповним, водночас наявна множинність особливих його визначень. Можна констатувати багатозначність трактувань смислового значення цього терміна. Його складно відрізнити від інших, споріднених йому понять (відомості, дані тощо).

З терміном «інформація» пов'язані поняття, які закріплені в низці законодавчих та нормативних актів: «інформаційна сфера» – Законі України «Про основи національної безпеки», Стратегії забезпечення державної безпеки України, Стратегії національної безпеки України, Стратегії інформаційної безпеки України, «інформаційне суспільство» – Стратегії інформаційної безпеки України, «інформаційний простір» – Законі України «Про національну безпеку України», «Стратегії інформаційної безпеки України, «інформаційний ресурс» – Законі України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України», «Стратегії кібербезпеки України».

Закон України «Про інформацію» від 02.10.1992 № 2658-ХІІ [1] регулює

відносини щодо створення, збирання, одержання, зберігання, використання, поширення, охорони та захисту інформації.

У цьому законі наведені терміни вживаються в такому значенні:

– інформація – будь-які відомості та/або дані, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді;

– захист інформації – сукупність правових, адміністративних, організаційних, технічних та інших заходів, що забезпечують збереження, цілісність інформації та належний порядок доступу до неї.

Однак таке формулювання є обмеженим, оскільки не враховує специфіку обміну знаннями між людьми. Коректнішим, на наш погляд, є таке визначення: «знання про предмети, факти, ідеї і т. д., якими можуть обмінюватися люди в рамках конкретного контексту» [2].

Отже, є необхідність у проведенні аналізу щодо визначення поняття «інформація» та на основі цього аналізу формулювання власного його визначення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У вітчизняній та зарубіжній науковій літературі неодноразово наголошувалося, що теорія інформації, математичну основу якої становлять передусім роботи К. Шеннона, є

Theoretical and methodological basis for ensuring information security of person, society, state

дуже важкою для розуміння. Ця особливість теорії інформації насамперед зумовлена крайньою незвичністю змісту поняття «інформація», яке, по суті, є фундаментальним поняттям.

Особливість полягає в тому, що багатство, масштаб та глибина поняття «інформація» настільки великі, що, з одного боку, його неможливо зрозуміти, не маючи достатніх спеціальних, філософських, наукових знань і системної інтерпретації, а з іншого – неможливо дати йому адекватне визначення в межах уже встановлених у наукових галузях понять. Іншими словами, для проведення глибокого системологічного аналізу та визначення інформації понятійного та методологічного апарату будь-якої з галузевих наук, включаючи математику, теорію зв'язку, нейрофізіологію, теорію комп'ютерних систем або філософію науки в їхньому нинішньому стані, виявляється недостатньо. Яскравим підтвердженням цього є роботи родоначальника математичної теорії інформації та зв'язку К. Шеннона, у яких неможливо знайти прямого визначення інформації: «інформацією називається...» – з перерахуванням її властивостей та визначенням місця в системі понять наукового знання. У своїх роботах К. Шеннону вдалося лише вказати на зв'язок інформації з однозначним вибором і дати розгорнуте аксіоматичне визначення ентропійної міри кількості технічної частини інформації, залишивши відкритим питання про підстави та системологічне визначення самого поняття «інформація».

Іншими ілюстраціями можуть бути наявні в науковій літературі численні особисті визначення інформації

(синергетичні, філософські, математичні, біологічні тощо) [9]. Деякі автори ототожнюють інформацію з поняттям «знання», значення якого не уточнюють; в інших своє особисте його бачення, що сильно відрізняється від шеннонівського як змістом, так і мірою [4]; дехто трактує інформацію як відомості, повідомлення, дані [5]; або називає інформацію «різноманіттям, яке один об'єкт містить про інший об'єкт» і робить загальний висновок про те, що «інформація виражає властивість матерії». Низка науковців ігнорує відомий вислів М. Вінера про те, що «інформація є інформацією, а не матерією і не енергією» [3].

Отже, у науковій літературі розглядаються численні і часом дуже різні значення, які вкладають авторитетні автори у використовуваний ними термін «інформація», через що створюється неймовірна плутанина в головах читачів, які не мають можливості розібратися у змісті поняття самостійно.

Метою статті є проведення аналізу підходів провідних учених зі світовим ім'ям щодо визначення поняття «інформація» та формулювання власного визначення цього поняття на основі проведеного аналізу.

Виклад основного матеріалу. Насамперед слід звернути увагу на те, що переведення терміна «information» (інформація) у нерівнозначний йому термін «повідомлення» [10] (message) є некоректним через суттєву різницю змісту понять «інформація» та «повідомлення».

Важливе значення для осмислення змісту поняття «інформація» мають роботи родоначальників теорії інформації Р. Хартлі [8] та К. Шеннона [10].

Теоретико-методологічні засади забезпечення інформаційної безпеки людини, суспільства, держави

Поняття «інформація» в роботах Р. Хартлі та К. Шеннона

Р. Хартлі та К. Шеннон заслужено вважаються основоположниками теорії інформації. Однак існує певна відмінність у трактуванні інформації цими видатними вченими. У своїй статті «Передача інформації» Р. Хартлі пише: «Коли йдеться про пропускну спроможність системи передачі інформації, ми за замовчуванням маємо на увазі наявність деякої кількісної міри інформації. У загальному використанні інформація є дуже розпливчастим терміном, і спочатку його потрібно уточнити, щоб використовувати в цьому обговоренні. Для початку розглянемо, які фактори має зв'язок, що здійснюється за допомогою або проводів, або прямої мови, або листа, або будь-якого іншого методу. По-перше, там має бути група фізичних символів, наприклад, таких як слова, точки, тире, які за загальною згодою передають певні значення повідомлення. При будь-якому способі зв'язку відправник повідомлення подумки вибирає символ і за допомогою руху частин свого тіла, наприклад руху голосових зв'язок, звертає увагу одержувача на символ, який передається. У результаті послідовного вибору слухачу надається послідовність символів. Оскільки процес тривалості вибору виключає все більше і більше можливих послідовностей символів, то ми говоримо, що інформація стає все більш точною» [8]. Як приклад Р. Хартлі наводить речення: «Яблука є червоними», де перше слово виключає інші види фруктів та інші об'єкти взагалі, друге звертає увагу на самі яблука чи їхній стан, а третє виключає інші можливі кольори яблук. Однак це не виключає можливості щодо розмі-

ру яблук, і ця додаткова інформація може бути передана вже наступною послідовністю. На думку науковця, оскільки точність інформації залежить від можливості вибору інших символічних послідовностей, то розумніше буде знайти серед цих послідовностей бажану кількісну міру інформації. «Кількість символів, які можуть брати участь у будь-якому одиночному виборі, очевидно, значно відрізняється залежно від використаного типу символів, особливостей кореспондентів та ступеня досягнутого ними взаєморозуміння. Для двох людей, які розмовляють різними мовами, кількість доступних символів мізерна порівняно з їхньою кількістю для людей, які розмовляють однією мовою. Тому бажано виключити будь-які наявні психологічні чинники і встановити міру інформації в термінах виключно фізичних величин» [8].

У статті «Сучасні досягнення теорії зв'язку» К. Шеннон пише: «Перш ніж переходити до розгляду питання, як необхідно вимірювати інформацію, нам необхідно пояснити точний сенс поняття “інформація” з погляду інженера-зв'язківця. Звичайно, кожне повідомлення, яке підлягає передачі, має свій зміст. Однак воно зовсім несуттєве при передачі інформації. Передати ряд безглузких складів так само важко (насправді навіть важче), як і справжній англійський текст. Тому, хто хоча б трохи знайомий із предметом цієї статті, буде ясно, що з точки зору передачі важливою властивістю інформації є те, що кожне повідомлення вибирається з безлічі можливих повідомлень. Передачі підлягає одне із повідомлень, яке вибрано джерелом інформації. Початкове повідомлення може бути відновлено в пункті прийо-

Theoretical and methodological basis for ensuring information security of person, society, state

му в тому і тільки в тому випадку, коли повідомлення передається однозначно обраним чином. Таким чином, інформація в нашому сенсі має знаходитися у зв'язку з поняттям вибору з безлічі можливих наслідків» [10].

Р. Хартлі вперше пов'язав інформацію з вибором інтерпретації. Причому вибір у нього здійснюється не тільки з технічних наборів символів та їхніх послідовностей, але й із наборів властивостей, так званих «живих» вибраних подій, які є важливими для обираючого суб'єкта. Що ж до шеннонівської інформації, то вона, на відміну від інформації Р. Хартлі, була свідомо відірвана від семантики символівних послідовностей, які беруть участь у виборі, а тому й від вибору «живих» подій, унаслідок чого виявилася сильно формалізованою та суто технічною. У такому розумінні шеннонівська інформація не виключала можливості формування безглузких інформаційних повідомлень і навіть повідомлень, які дезінформують адресата.

Міра кількості інформації в роботах Р. Хартлі та К. Шеннона

Спочатку міра кількості інформації у Р. Хартлі та К. Шеннона відповідає на запитання: «Який вибір із кінцевого дискретного набору можливих подій?» Міра кількості інформації Р. Хартлі введена на основі апарату комбінаторики та теорії множин, пропорційна числу виборів і обчислюється за формулою:

$$H = \log s^n = n \log s, \quad (1)$$

де n – число здійснених виборів первинних символів, s – довжина алфавіту. У випадку $s = 2$ ентропія дорівнює кількості вибраних «1» та «0» як первинних символів при форму-

ванні двійкового повідомлення або кількості біт.

Міра кількості інформації у К. Шеннона (інформаційна ентропія), введена на основі апарату теорії ймовірностей та математичної статистики, виявилася набагато розвиненішою мірою кількості інформації порівняно з комбінаторною мірою Р. Хартлі. Вона дала можливість вимірювати величину однозначного вибору з кінцевих дискретних наборів можливих результатів: незалежних і залежних, простих і складних складових подій із рівними та ймовірнісними здійсненнями. Для однорівневого вибору N можливих результатів, що мають ймовірність здійснення p_1, p_2, \dots, p_N , інформаційна ентропія обчислюється за формулою:

$$H(p_1, p_2, \dots, p_N) = - \sum_{i=1}^N p_i \log p_i. \quad (2)$$

Порівняння шеннонівської інформаційної ентропії, яка обчислюється за формулою (2), та комбінаторної міри кількості інформації Р. Хартлі, що обчислюється за формулою (1), показує, що комбінаторна міра Р. Хартлі є верхньою межею шеннонівської ентропії, що обчислюється для випадку рівноймовірних і незалежних результатів. Уточнимо сферу визначення інформаційної ентропії. К. Шеннон вводить формулу ентропії для безперервного розподілу з одномірною функцією щільності розподілу ймовірностей $p(x)$:

$$H = - \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \log p(x) dx. \quad (3)$$

На перший погляд формула (3) схожа за формою з формулою ентропії для дискретної безлічі ймовірностей:

$$H = - \sum_{i=1}^N p_i \log p_i. \quad (4)$$

Теоретико-методологічні засади забезпечення інформаційної безпеки людини, суспільства, держави

При уважнішому розгляді формули (3) та (4) виявляються сильно різними і не є безперервними й дискретними аналогами одна одної. Насправді дискретним аналогом формули (4) має бути формула (5):

$$H = - \sum_{i=1} p(x_i) \log p(x_i) \Delta x_i . \quad (5)$$

Це означає, що інформаційною ентропією може вважатися лише така ентропія, яка визначена на кінцевих дискретних наборах випадкових подій.

Висока складність поняття «інформація» пояснюється тим, що: по-перше, інформація є високорівневим трансцендентним поняттям, що належить виключно вибираючому суб'єкту й може тільки інтерпретуватися умовно щодо належного процесу передачі повідомлення; по-друге, інформація заснована на ієрархічній багаторівневій структурі (понятійного знання) та має незвичайний зміст; по-третє, інформація пов'язана з однозначним вибором і відіграє роль його показника в інтерпретації адресата, який знаходиться у стані невизначеності вибору; по-четверте, здійснюється за рахунок інтерпретації (джерела та адресата), а вибір має глибоко системний характер і здійснюється в межах організованої особливим (інформаційним) чином системи зв'язку; по-п'яте, вибір інформації тісно пов'язаний не тільки з інтерпретацією, а й з об'єктивною реальністю, події («живі» та технічні) зі складу якої обираються за допомогою інтерпретації; по-шосте, здійснений за рахунок інтерпретації (джерела або адресата) вибір є структурним вузлом, який є нейронним об'єктом і слугує інтерпретаційним показником обраного поняття,

що відображає реальну подію, яка відбулася.

Інформація, як показник однозначного вибору для інтерпретації або як сутність інформаційного процесу, належить до найдосконалішого знання і не може оброблятися в принципі з метою покращання свого змісту. Оброблятися можуть лише дані (аналогові та цифрові) з метою усунення закладеної в них непотрібної, з погляду «живої» інформації, технічної надмірності.

Насправді інформація пов'язана не з імовірністю появи події, а з її вибором, а тому кількість інформації, що міститься у виборі як малоімовірної, так і високоімовірної події, може бути однією і тією ж.

Цінність інформації

Поняття «цінність інформації» виникло в науковій літературі з метою пов'язати інформацію з доцільною діяльністю людини. Щодо робіт К. Шеннона, то в них неможливо знайти навіть згадки про цінність інформації. Шеннонівська інформація надсилається адресату з єдиною метою – повністю зняти невизначеність конкретного вибору в його інтерпретації. Це означає, що пов'язана лише з вибором та існуюча лише в процесі її доставки від джерела до адресата шеннонівська інформація має для інтерпретації адресата абсолютну, незмірну цінність. Що ж до спроб однозначно пов'язати отриману інформацію з результатами доцільної діяльності людини та наділити інформацію вимірною цінністю, то вони виводять інформацію за межі її застосування, а тому свідомо виявляються приреченими на невдачу. Наділення О. Харкевичем інформації вимірною цінністю

Theoretical and methodological basis for ensuring information security of person, society, state

пов'язано з його відходом від шеннонівського визначення інформації: у О. Харкевича кількість вхідної інформації пов'язується не з невизначеністю однозначного вибору події з безлічі можливих подій, а зі зменшенням «невизначеності даної ситуації» в процесі доцільної діяльності [7].

Міра кількості інформації в роботах А. Колмогорова

На завершення слід звернути увагу на підхід у теорії інформації академіка А. Колмогорова. Він цікавий трактуванням шеннонівських інформаційних ідей, а також спробами розвитку цих ідей. Це стосується насамперед введення А. Колмогоровим нової «алгоритмічної», загальнішої, на його думку, «міри кількості інформації» [6].

Висновки. Найвища нагорода наукового світу по фізиці за 2022 рік присуджена Нобелівським комітетом за експерименти із заплутаними фотонами, що встановили порушення нерівності Белла та поклали початок квантовій інформатиці. Через це значущість поняття «інформація», як фундаментального поняття інформатики, переходить до рангу високих основоположних фізичних теорій. Тому визначення суті цього поняття стає все актуальнішим. Однак навіть останні дослідження [11–14] не надали чіткого визначення терміна «інформація». За результатами проведеного аналізу, на нашу думку, можна дати таке визначення: *інформація – це знання, які можна отримати за і без допомоги технічних засобів і якими можна обмінюватися так само за і без допомоги технічних засобів.*

Список використаних джерел

1. Про інформацію : Закон України від 02.10.1992 № 2658-ХІІ. *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 48. Ст. 651.
2. ISO/IEC 10746-2:1996. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/18836.html> (дата звернення: 19.02.2022).
3. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. Москва : Сов. радио, 1968. 328 с.
4. Галлагер Р. Дж. Теория информации и надежная связь. Москва : Сов. радио, 1974. 720 с.
5. Зюко А. Г., Кловский Д. Д., Назаров М. В., Финк Л. М. Теория передачи сигналов. Москва : Радио и связь, 1986. 304 с.
6. Колмогоров А. М. Теория информации и теория алгоритмов. Москва : Наука, 1987. 304 с.
7. Харкевич О. О. О ценности информации. Проблемы кибернетики. Москва : Физматлит, 1960. Вип. 4. С. 53–58.
8. Хартли Р. Передача информации. *Теория информации и ее применение* : сб. перевод. Москва : Физматлит, 1959. С. 5–35.
9. Чернавский Д. С. Синергетика и информация (Динамическая теория информации). Москва : УРСС, 2004. 288 с.
10. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. Москва : ИЛ, 1963. 745 с.
11. Robert M. Gray Entropy and Information Theory. Springer Science & Business Media, 2011. 409 p.
12. A. Ya. Khinchin. Mathematical Foundations of Information Theory. Courier Corporation, 2013. 128 p.

Теоретико-методологічні засади забезпечення інформаційної безпеки людини, суспільства, держави

13. Marcelo S. Alencar Information Theory. Momentum Press, 2014. 175 p.

14. Robert B. Ash. Information Theory. Courier Corporation, 2012. 352 p.

Рецензенти:
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
О. Скіцько,
кандидат технічних наук
В. Шматко

Анотація. З терміном «інформація» пов'язано безліч сфер нашого життя, цей термін використовується практично всюди, а кількість публікацій з інформаційної тематики є величезною. У статті аналізуються підходи провідних учених зі світовим ім'ям щодо визначення поняття «інформація» та задля формулювання власного визначення на основі проведеного аналізу. Особлива увага приділяється кількісній мірі інформації та цінності інформації.

Ключові слова: інформація, міра кількості інформації, цінність інформації.

Abstract. The term «information» can be interpreted and applied for different spheres of life and scientific researches. The goal of the paper is to research the approaches of leading scientists on the subject of the concept of information and to form personal approach based on the analysis. Much attention is paid to the measure of the relative amount of information and the value of information.

Key words: information, measure of the information quantities, value of information.

УДК 070.16:351.746.1
DOI

СЛЮСАРЧУК Іван Володимирович

ДЕЗІНФОРМУВАННЯ В МІЖДЕРЖАВНИХ ВІДНОСИНАХ: РОЛЬ СПЕЦІАЛЬНИХ СЛУЖБ

Постановка проблеми. Після завершення Другої світової війни кардинально змінилися міжнародні відносини і, як наслідок, міжнародне право. Деякі проблеми, що виникли, не вирішені й сьогодні та суттєво

впливають на зміст міжнародних відносин.

Однією з таких проблем є принцип суверенної рівності держав, великих і малих, закріплений у Статуті ООН, який цим же Статутом був і по-