

УДК 519.2:621.391:004.056.5

**ОСНОВИ ЗАХИСТО – ОРІЄНТОВАНОЇ ТЕОРІЇ ІНФОРМАЦІЇ.
Частина 2. ІНФОРМАЦІЙНІ ПОЛЯ У ФІЗИЧНОМУ ТА ІНФОРМАЦІЙНОМУ СВІТІ**

КОНОНОВИЧ В.Г

Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова

**THE BASIS OF SECURITY - ORIENTED INFORMATION THEORY.
Part 2. THERE ARE THE INFORMATIVE FIELDS IN PHYSICAL AND INFORMATIVE
WORLD**

KONONOVICH V.G.

National Academy of Telecommunication n.a. O.S. Popov

***Анотація.** Представлено уявлення і положення теорії інформації, важливі у сфері інформаційної безпеки. Дано інтерпретацію фізичних та інформаційних процесів джерел інформації. Представлено модель інформаційної взаємодії фізичного та інформаційного світу. Обґрунтовано запропонований Закон круговороту інформації у природі. Визначені поняття інформаційного поля у фізичному та інформаційному світі. Обговорюються параметри інформаційного поля в інтелектуальних системах.*

***Abstract.** Presentation and positions of information theory, important in the field of information security, is represented. Interpretation of physical and information processes of information generators is given. The model of informative co-operation of physical and informative world is introduced. Offered Law of rotation of information in nature is grounded. Notions of the information field in a physical and information world is defined. The parameters of the information field in the intellectual systems come into question.*

ВСТУП

Дане дослідження стосується розробки теорії інформації з позицій забезпечення інформаційної безпеки телекомунікацій, інформаційно – аналітичних мереж та інших інформаційних ресурсів інформаційного суспільства. Проблематика дослідження, аналіз досягнень та публікацій, а також загальна мета наведені у частині 1 цієї роботи [1].

Аналіз останніх досягнень та публікацій показує, що актуальність проблеми не знижується. Інформація визначається, «як кількісна міра узгодженості системи з її оточенням» [2, с. 2], або інформація про об'єкт визначається «як відображення його властивостей в інших об'єктах, отримане у результаті їх взаємодії» [3, с. 196], теорія інформації відноситься до «галузі математики, предметом якої служить вимірювання кількості інформації у бітах» [4, с. 307]. Як і раніше, підкреслюється обмеженість класичної теорії інформації «математичною теорією зв'язку» [5, с. 3]. Продовжує розвиватись теорія квантової інформації [6, с. 61, 185]. Інформація все частіше розглядається як окрема субстанція, при цьому: «матерія, свідомість та інформація складають три рівнозначні субстанції, які з достатньою повнотою описують будь-яке явище чи подію» [6, с. 190].

Метою даної частини роботи є вирішення завдань: інтерпретації фізичних процесів джерел інформації, розроблення моделі взаємодії фізичного та інформаційного світу, визначення понять інформаційного поля у фізичному та інформаційному світі, дослідження параметрів інформаційного поля у інтелектуальних системах.

ПОНЯТТЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОЛЯ ФІЗИЧНОГО ДЖЕРЕЛА ІНФОРМИ

Всякий рух матерії, всяка зміна енергії, властивості, явища, процесу, всяке перетворення та взаємодія, всяка нерівномірність чи неоднорідність є джерелом створення та фактором існування інформації (точніше – інформи). Впливи на живу й неживу природу, створення штучної речовини, штучних матеріальних об'єктів, явищ, процесів також є

джерелом нової інформи. Серед факторів існування та створення інформи можна виокремити такі види дій та взаємодій: матеріальні об'єкти взаємодіють безпосередньо чи через силові поля, матеріальні об'єкти випромінюють самі, матеріальні об'єкти відбивають випромінювання або пропускають через себе (рис. 1.б), об'єкти і процеси копіюються, вони само організуються, мають місце процеси творчих винаходів тощо.

Матеріальні об'єкти, природні і штучні, випромінюють чи збуджують певні хвилі (створюють поля взаємодій – електромагнітних, гравітаційних, сильних та слабих), які несуть інформацію (інформу) щодо процесів у таких об'єктах (рис. 1.а). Оскільки елементарні частки можуть розглядатися як згустки фізичних полів, то інформація переноситься різними носіями: квантами світла (фотонами), електронами, іонами, молекулами, хвилями тощо; з різними градієнтами параметрів: температури, електричного заряду, току, тиску, концентрації, коефіцієнту переносу.

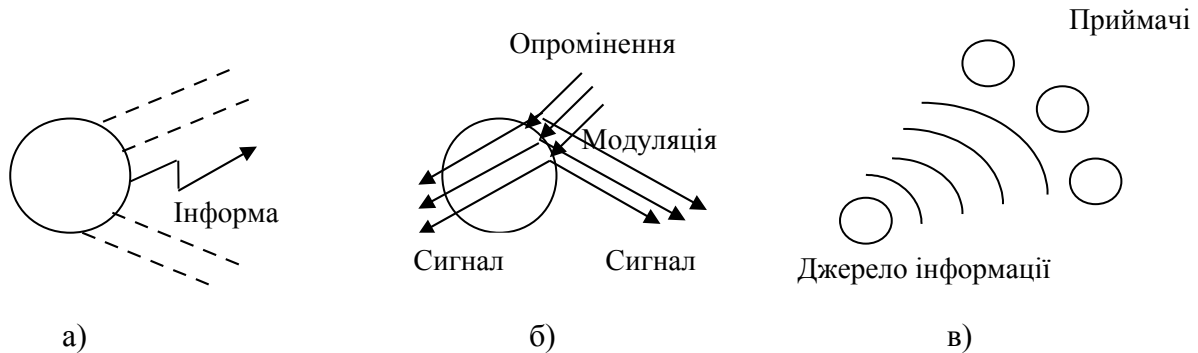


Рисунок 1 - Генератори інформи: а) випромінюючі, б) модулюючі, в) група приймачів

Матеріальні об'єкти, природні і штучні, відбивають та/або, якщо вони прозорі, пропускають через себе випромінювання іншого об'єкта (рис. 1.б). При цьому випромінювання модулюється у залежності від властивостей, структури, форми, характеру взаємодії тощо і несе далі інформацію (інформу – сигнал) про даний матеріальний об'єкт. У сфері ТЗІ вивчається технічний канал витоку з високочастотною накачкою.

Носії інформації (інформи) можуть копіюватись. Копіювання може виконуватись у живій та неживій природі, природними чи штучними об'єктами. Випромінювання як носій інформації (інформи) може розповсюджуватись у різні сторони і виконувати формотворення у безлічі об'єктів, де зустрічаються необхідні умови або сприймаються не одним об'єктом-адресатом. Копіювання, як і випромінювання, є видом відчуження інформи від джерела і далі інформація існує та перетворюється незалежно від джерела. На відміну від випромінювання, копіювання створює копію інформи на новому носії та, частіше за все, залишає оригінал інформи незмінним на старому носії. Необхідно зауважити, що при копіюваннях збільшення числа копій інформи не змінює рівно у стільки ж разів кількість інформації. Наприклад, ударна хвиля розповсюджується в усі сторони (рис. 1 в) і приймачами цієї хвилі будуть декілька об'єктів. Кількості інформи тут буде стільки, скільки її згенерує джерело інформи. Інформації буде стільки, скільки виникне нових «смислів» у приймачах інформи.

Для появи нової інформації має діяти певний механізм вибору. Але при копіюванні все ж певна кількість нової інформації створюється. Кожна наступна копія отримує свій порядковий номер (зміна кількості об'єктів), своє місце у просторі, самостійно вступає у взаємодію із середовищем, теж здатна формувати копії тощо. Формально копіювання можна вважати не як помноження кількості інформації (інформи), а як розповсюдження, наприклад, інформаційної хвилі у живому біологічному полі, де інформація може розповсюджуватись у просторі, займаючи своїми носіями все нові області, придатні для життя (де малий опір розповсюдженню) та у часі, продовжуючи саме життя.

Системи можуть породжувати нову інформу під час процесу самоорганізації. Сучасне поняття «самоорганізація» дав Герман Хакен [8, с. 29]: «Система називається системою із

самоорганізацією, якщо вона без специфічного зовнішнього впливу із-зовні знаходить певну просторову, часову чи функціональну структуру». Серед неспецифічних впливів обов'язковими є підведення енергії та інформації (негентропії). Інформа генерується тим, що в процесі саморозвитку системи виконується певний вибір атракторів внаслідок резонансу, зворотного зв'язку, режимів із загостренням, тригерних ефектів тощо.

Широко поширеним і давно знайомим варіантом самоорганізації є процес проектування нових об'єктів. Проектувальник намічає ціль проектування, вивчає задачу, умови застосування, бажані результати і середовище функціонування майбутнього об'єкта. Під час обдумування у мозку проектувальника накопичується та обробляється інформація і в результаті творчого акту формуються, само організуються елементи, складаючись у проект в цілому. Далі результати переносяться на зовнішні носії і створюються документи – технічне завдання, ескізний проект тощо. Інженерний проект є інформацією – це імовірнісний запам'ятований вибір, який обумовлено певними обмеженнями, і має безумовний корисний смисл. Але поки він лежить на полиці – він по суті є інформою. Джерелом інформи є взаємодія, а джерелом інформації є ін форма, яка приймає участь у формотворенні.

Абстрагуючись від конкретних видів взаємодії можна пояснити природу інформи та інформації. Янковський це робить, розглядаючи інформаційний обмін у цілому, як глобальне явище, виявляючи необхідні та достатні прикмети поняття «інформація» [9, с. 1, 2]. *Почнемо цитату.* Розглядається проста схема з трьох понять: «об'єкт», «середовище» та «взаємодія». Об'єкт – це дещо стійке у часі та обмежене у просторі, що цікавить нас як єдине ціле. Середовище – це множина інших об'єктів, на стан яких впливає виділений об'єкт і які зворотно впливають на стан виділеного об'єкту. Взаємодія – це, розтягнутий у часі процес взаємо залежної зміни параметрів стану об'єкта і середовища. Ця схема буде замкнутою, якщо середовище включає у себе всі об'єкти, які здатні впливати на стан виділеного об'єкту.

У природі існують два фундаментальні види взаємодії: обмін речовиною та енергією. Всі інші взаємодії відбуваються лише за їх допомогою. Ці види взаємодії підкоряються закону зберігання. ... Енергетична та речовинна взаємодія є симетричною, тобто скільки один об'єкт віддає, стільки ж другий об'єкт одержує (незалежно від результату взаємодії). Прийmemo за аксіому, що на основі фундаментальних взаємодій може відбуватися така взаємодія, коли втрати одного об'єкту не співпадають із надбанням другого об'єкту. Така взаємодія є несиметричною. За несиметричної взаємодії при передаванні деякої субстанції (названою інформацією), один із об'єктів її одержує, а інший не втрачає. *Кінець цитати.*

Янковський робить низку висновків щодо найбільш загальних властивостей інформації: *Висновок 1.* Будь-яка взаємодія між об'єктами, у процесі якого один здобуває деяку субстанцію, а інший її не втрачає, називається інформаційною взаємодією. При цьому субстанція, що передається, називається інформацією; *Висновок 2.* Основним поняттям є **ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПРОЦЕС**, інформація є концентрованим вираженням стану цього процесу на кожному умовно завершеному його етапі; *Висновок 3.* Інформація не може існувати поза взаємодією; *Висновок 4.* Інформація з'являється під час взаємодії t та зникає разом з ним. При цьому завжди $0 < t < \infty$.

Висновок 1 має деякий наліт містичності. Висновки 3 і 4 справедливі, як буде показано далі, лише для фізичного світу. У інформаційному світі, завдяки кодуванню, інформація відчужується від первинної взаємодії, може запам'ятовуватись, формувати нові взаємодії. Щоб зняти наліт містичності і до двох фундаментальних взаємодій у природі, – обміну енергією та речовиною, обґрунтовано додати третю фундаментальну взаємодію, – обміну інформацією, наведемо наступні міркування.

За деяких взаємодій обмін енергією чи речовиною може бути таким малим, що ним можна знехтувати, а результат взаємодії за різних причин: із-за резонансу, самоорганізації, позитивного зворотного зв'язку, режиму із загостренням, переходу в інший стійкий стан тощо, – може бути значним. Саме таку взаємодію пропонується називати інформаційним процесом, за якого передається інформація (інформа) від джерела до іншого об'єкту. Розглянемо чотири випадки взаємодії, які утворюють повну групу (табл. 1). Перші два

випадки сумнівів не викликають. Формотворення чи перетворення форми у цих випадках може бути енерго-речовинним.

Третій випадок взаємодії віднесено до фундаментальної інформаційної взаємодії. Малий, або навіть непомітний, вплив викликає значні наслідки і серед цих наслідків бувають не тільки руйнівні, а й творчі, формотворчі.

Таблиця 1 - Типи енерго-речовинних та інформаційних взаємодій

№ з/п	Величина (інтенсивність) енерго-речовинного впливу	Значність наслідків формоперетворення	Тип взаємодії
1	Велика	Велика	Енерго-речовинне формоперетворення
2	Велика	Мала	Енерго-речовинний вплив
3	Мала	Велика	Фундаментальне інформаційне формотворення
4	Мала	Мала	Інформаційно-енерго-речовинне формотворення

Середовище розповсюдження має чинити малий або дуже малий опір руху носія. Часто носієм інформації є хвиля, тобто коливання часток середовища. На саме коливання витрачається мала частка енергії, бо опір середовища малий. Сила передається полями [10, с. 449]. Хвиля переносить деяку енергію, але *не переносить ні частки води, ні її масу*. Сила тертя переводить частину енергії коливання у тепло, викликаючи затухання коливань.

До висновків Яновського можна додати ще два: *Висновок 5*. Інформа виникає разом з виникненням об'єкту, бо з виникненням об'єкту відразу виникає його взаємодія з середовищем; *Висновок 6*. Інформація народжується з інформи тоді, коли з'являються умови для формотворення. Формотворення може бути енергетичним (енерго-речовинним) та інформаційним. Різниця у тому, що за інформаційних процесів доля його використаної енергетичної складової настільки мала, що нею можна знехтувати.

Крім того, тут можливо додати ще такий висновок, який сформулюємо у вигляді *аксіоми*: енерго – речовинні процеси можуть бути перетворені у інформаційні процеси і, навпаки, інформаційні процеси можуть бути перетворені (за наявності множини необхідних і достатніх умов) у енерго – речовинні процеси. Інакше кажучи, інформація може перетворюватись у речовину чи енергію (матерію) і навпаки. Дійсно, якщо від енергетично - речовинного процесу взяти його маленьку частину – копію, так, що б вона у масштабі повторювала батьківський процес, то, згідно вищевказаного визначення, одержимо інформаційний процес, – інформацію щодо батьківського процесу. Інформаційний процес можна перетворювати, кодувати та використовувати для управління, наприклад, у системах із зворотним зв'язком, або управління іншими енерго – речовинними процесами.

Розглянуті приклади відкривають можливість визначення інформаційного поля джерела інформації (об'єкта взаємодії). *Інформаційним полем джерела інформації (інформи) у природі* (фізичному світі) називається область, у кожній точці P якої задано скаляр $\varphi(P)$ та/або вектор $a(P)$, які характеризують зміну фізичної величини об'єкта (фізичної системи, її стану, діючого в них процесу тощо), який стає носієм інформації (інформи) в цих точках P внаслідок впливу джерела на об'єкт за їх взаємодії. Змінами можуть бути модуляція фізичної величини або інші її перетворення. Форми взаємодії можуть перетворюватись одна в одну.

Не всі форми взаємодій можуть бути охарактеризовані кількісно, бо не всі явища допускають кількісне описання і не всі величини мають кількісний смисл. Фізичне поняття енергії у загальному випадку не може бути застосоване, наприклад, у біологічних чи соціальних системах. Але поняття взаємодії, як джерела і носія інформи, поширюється на матеріальні системи будь-якої природи і відносно них можна говорити про інтенсивність або результативність взаємодії. Запропоноване визначення є дійсними до кодування інформації.

МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ ФІЗИЧНОГО ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО СВІТУ

Вперше про інформаційний світ говорив В.В. Налімов [11, с. 133], ввівши поняття «Всесвіт смислів». Нерозривну двоєдність «Світу інформаційного та Світу матеріального» доводить П. Ю. Черносітов [12, с. 198]. Модель інформаційної взаємодії елементів фізичного та інформаційного світів представлені на рис. 2. Оточуючий нас світ можна поділити на два взаємодіючих між собою світи. Один з них – безмежний та різноманітний за своїми формами матеріальний світ. Інший – це інформаційний світ.

Термін «матеріальний світ» відноситься до філософських світоглядних категорій. Для технічних фахівців більш зручним є термін «*фізичний світ*», – це світ, який описується фізичними законами, де діють закони фізики, фізичні стани, фізичні величини, закони зберігання. Далі терміни «матеріальний» і «фізичний» ми будемо вважати синонімами. Матеріальний (фізичний) світ, у свою чергу, можна поділити на природний та штучний.

Біосфера за В. І. Вернадським та штучний матеріальний світ формується живою природою, зокрема людиною. За класифікацією [13] він представлений чотирма рівнями: неживої і живої природи, суспільства та пост суспільства. Основними категоріями матеріального світу є триада: матерія, енергія, інформація. Інформаційні закони теж діють у фізичному світі. Інформація може розглядатись як фізичний об'єкт і визначатись як фізична величина. Інформація у фізичному світі може мати смисл і ціль, але у зачатковій рудиментарній формі.

Інформація щодо/для організації природного і штучного матеріального світу у натуральній формі об'єктивно міститься в усіх об'єктах, процесах та їх взаємодіях. Вона зберігається у вигляді стійких форм об'єктів, процесів, явищ. Цю інформацію називають первинною. А.І. Дьомін [14, с. 20] подає наступне визначення: «Ту інформацію, яку ми спостерігаємо в оточуючому світі в натуральній формі і сприймаємо за допомогою наших органів чуттів (або приладів, К.В.), ми будемо називати *первинною інформацією*, а ту, яку ми отримуємо у кодованій формі у процесі навчання та мислення – *вторинною інформацією*». За участю матерії та енергії первинна інформація виконує у матеріальному світі функцію формовідображення (інформа) та формотворення (інформація). У природному матеріальному світі проходять ентропійні процеси та процеси розвитку в сторону ускладнення шляхом самоорганізації. Коли в матеріальному світі створюються нові системи, властивості, процеси, то при цьому генерується нова первинна інформація відповідного формотворення.

Паралельно матеріальному світу створився інформаційний світ. На відміну від фізичного світу, у інформаційному (віртуальному) світі діють інформаційні логіко-алгоритмічні закони, його об'єкти і суб'єкти (розум, свідомість, життя), хоча й мають обов'язковий матеріальний носій але існують як процеси.

Основними категоріями інформаційного світу є тетрада: матерія, енергія, інформація (організація), свідомість (розум, інтелект). Інтелект може бути природним і штучним. Інформаційний світ з'являється там, де є розум, де розум стає відігравати основну роль. Енергія і речовина безумовно потрібні в інформаційному світі, але у порівняно малих кількостях, приймаючи до уваги тенденції до міні-, мікро- та наномізації складових елементів. Вони забезпечують універсальні перетворення в універсальних машинах і ніяк не зв'язані із змістом і видом кодованої інформації, яка обробляється машинами.

Інформаційний світ складається із віртуальних об'єктів, які функціонують на матеріальних носіях. Матеріальними носіями інформаційного світу є: пристрої пам'яті, засоби комунікації, книги, друковані видання, рукописи; універсальні комп'ютерні системи, бази даних, бази знань, універсальні засоби обробки та відображення інформації; соціальні, культурні, ментальні сфери, сфери індивідуального та колективного підсвідомого; тощо.

Поділ дійсності на два (чи більше) світів має глибокий методологічний смисл: світи поділяються за критерієм класів законів, які в них діють.

У інформаційному світі діють інформаційні закони, закони віртуальності та алгоритмів, закони мислення, смислотворення, творчості. Фізичні та інформаційні закони частково автономні. Світи існують разом, взаємодіючи та забезпечуючи розвиток один одного. Можна стверджувати, що фізичний світ у цілому служить матеріальним носієм для інформаційного світу. Кожен процес у інформаційному світі існує на фізичних носіях і за допомогою носіїв.

Інформаційний світ опирається на фізичний такими опорами: 1) інформація обробляється фізичними інформаційними машинами (абстрактною машиною Тюрінга, пам'яті тощо); 2) фізичний світ є постачальником інформи; 3) фізичні інформаційні машини-конструктори (ІМК) служать для перетворення інформації у фізичні об'єкти чи процеси [див. 1]; 4) фізичний світ є постачальником речовини та енергії.

Інформаційні процеси у інформаційному та фізичному світі протікають незалежно один від одного, але існування кожного з них, зокрема штучних, неможливе без іншого. Фізичний та інформаційний світи безпосередньо стикаються між собою процесом «круговороту інформації». Інтерфейсами між світами є фізичні джерела інформації (інформи), що сприймаються через «вікна фільтру смислів культури», та абстрактні ІМК (матеріалізатори).

У інформаційному світі присутня інформація, відчужена від матеріального світу та інформація самого інформаційного світу щодо/для побудови обох світів. Це в основному, вторинна інформація, тобто інформація, яка отримана у кодованій формі у процесі навчання та мислення людського (а у майбутньому трансцендентного) розуму. Інформація доступна людині лише в осмисленому стані. Ці смисли залежать від світогляду людини і сприймаються через так званий «фільтр культури» – поточний зміст, тезаурус, сукупність всіх смислів, важливих для існування у кожний момент часу існування [див. 12, с. 145]. Ці смисли «розпаковуються» для свідомості людини, за мірою руху «фільтра культури», у якому він живе та за допомогою якого виживає.

Можна вважати, що існує також первинна щодо/для інформаційного світу інформація, яка забезпечує само відображення і формотворення інформаційного світу. Згідно закону У. Росс Ешбі, щодо необхідного різноманіття [15, с. 346] («Кількість регулювання має бути не меншою різноманіття, проти якого направлене регулювання») складність інформаційного світу повинна перевищувати складність матеріального світу, який вона відображає, регулює і перетворює. В інформаційному світі значно більше можливостей для виробництва, переробки інформації. В інформаційному світі інформація виникає у: процесах пізнання матеріального світу; процесах переробки інформації для управління об'єктами світів та для зворотного зв'язку з об'єктами матеріального світу; у процесах проектування об'єктів світів; у процесах самоорганізації, мислення, творчості тощо.

Інформація, що знаходиться у матеріальному світі (первинна інформація як фізична змінна) після функціонального перетворення кодується й перетворюється у вторинну абстрактну інформацію, яку можна вважати копією первинної інформації щодо матеріального світу у світі інформаційному. Функція цієї копії первинної інформації – формо- та смисло-творення.

Порівняємо представлену модель взаємодії світів з філософськими моделями. Карл Раймонд Поппер у своїй книзі «Об'єктивне знання» [16; с. 78, 154-157], розглядає три взаємозв'язані світи (універсууми): світ 1 – фізичний світ або світ фізичних станів, світ фізичних об'єктів; світ 2 – духовний світ (*mental*), світ ментальних станів, світ наших усвідомлених переживань, світ мислення, процесів мислення, світ станів свідомості, розумових (ментальних) станів і, можливо, схильності до дій (у моделі він представлений лише «фільтром смислів»); світ 3 – світ можливих предметів думки, світ ідей у об'єктивному смислі, світ теорій та їх логічних відносин, світ продуктів процесів мислення, світ логічного змісту книг, бібліотек, комп'ютерної пам'яті тощо, світ об'єктивного змісту мислення, перед усім, змісту наукових ідей, поетичних думок та творів мистецтва, це інформаційний світ.

З точки зору інформаційної безпеки інформаційний світ охоплює сферу захисту інформації від несанкціонованого доступу у комп'ютерних системах та мережах, а також організаційну роботу з персоналом та користувачами. Можна досліджувати, яку інформацію

отримає зловмисник, що несанкціоновано проник у певну частину комп'ютерної мережі, та як повинен діяти фахівець із захисту мереж, спираючись на теоретичну, нормативно-правову та технічну базу захисту інформації.

ІНФОРМАЦІЙНЕ ПОЛЕ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНОМУ СВІТІ

Інформаційне поле інформаційного світу відрізняється від інформаційного поля фізичного світу тим, що в інформаційному світі діють переважно не фізичні, а логічно-алгоритмічні інформаційні закони. У ньому циркулює «оцифрована» кодована інформація. Час передавання інформації мало залежить від відстані між приймачами і передавачами, але принципове значення має час затримки повідомлень. Інформаційне поле можна не прив'язувати до всього неперервного фізичного простору, а виділити із простору лише взаємодіючі об'єкти. Визначення інформаційного поля має дозволяти описувати рух та обробку інформації, наприклад, у суспільстві або нейронній мережі.

Моделлю «інформаційного простору» може бути плоска мережа взаємодій, визначена на певній множині елементів і що описується графом з регулярною (рис. 3, а, б, в) або нерегулярною структурою (рис. 3, г). Вузлами такого графу, який назовемо «інформаційним графом», є взаємодіючі об'єкти, а взаємодії між ними позначаються ребрами графа. Взаємодіючі об'єкти можемо описати за допомогою абстрактної багато стрічкової машини Тюрінга та/або іншими абстрактними інформаційними машинами. Тоді можемо дати наступне визначення.

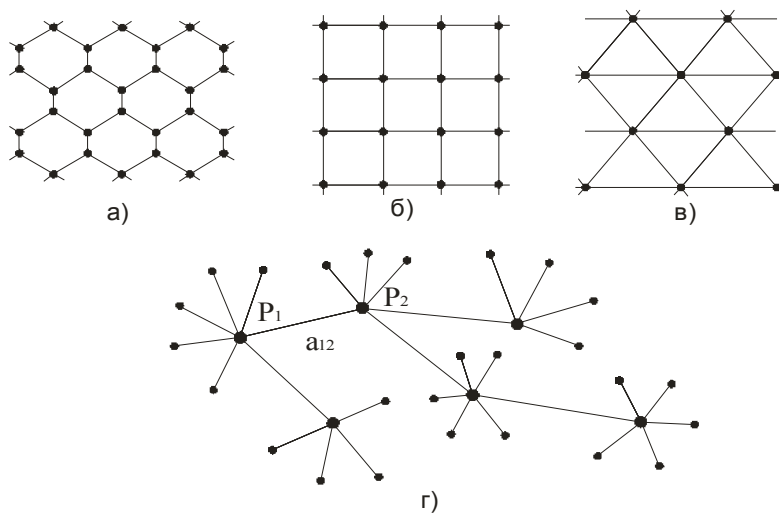


Рисунок 3 – Регулярні та нерегулярні інформаційні графи

Інформаційним полем джерела інформації (інформи) в інформаційному світі називається мережа, описувана інформаційним графом, у кожному вузлі P_i якої задано скаляр $\varphi(P_i)$ та/або вектор $a(P_i)$, які характеризують масиви інформації, що обробляється або зберігається абстрактною багато стрічковою машиною Тюрінга та/або абстрактними інформаційними машинами, а на ребрах задано скаляр $\varphi(a_{ij})$ та/або вектор $b(a_{ij})$, які характеризують потоки інформації, які передаються. Зауваження, що не всі форми взаємодій можуть бути охарактеризовані кількісно, тут також справедливе.

Інформаційне поле в інформаційному світі є ієрархічним, багаторівневим. Наприклад, класифікація рівнів ієрархії може бути проведена у залежності від одиниць, якими вимірюється кількість інформації на кожному з рівнів. Можна виділити такі рівні: комунікаційний або рівень інформаційних квантів (біти, байти, символи, пакети, кадри; біт/с, *MIPS – Mega Instructions Per Second* – число мільйонів виконаних операцій за секунду; *FLOPS – Floating point Operations Per Second* – число елементарних арифметичних операцій над числами з плаваючою точкою, що виконані за секунду), синтаксичний або

документальний (слова, речення), інтелектуальний або рівень смислів (сміслові одиниці й образи – «мислеформи» та формування реакцій) тощо.

Параметри інформаційного поля на комунікаційному рівні (інформаційна ентропія, кількість інформації, пропускна здатність каналів передавання тощо) добре відомі з теорії інформації, розробленої Клодом Шенноном. Розглянемо параметри інформаційного поля на інтелектуальному рівні, які запропоновані у теорії інтелекту А. Л. Ерьоміним [17, с. 49-68]. Інтелектуальна система розуміється як сукупність взаємодіючих між собою відносно елементарних структур і процесів, об'єднаних у ціле виконанням функцій інтелекту (ціле направлено, опосередкованого та узагальненого пізнання, активного відображення об'єктивної (віртуальної. – К. В.) реальності, логічного та творчого мислення), що не зводяться до функцій компонентів. Інтелектуальна система складається із підсистем більш низького рівня. Вона взаємодіє із середовищем та іншими системами як єдине ціле.

В інтелектуальному інформаційному полі можна визначити логістичні операції *інформаційної логістики*. Під останньою розуміють процес планування, управління та контролю потоку повідомлень, даних, знань, відомостей, що передаються за допомогою спеціальних засобів зв'язку (стрічок між абстрактними машинами Тюрінга) від місця виникнення цього потоку до місця його споживання з метою зняття незнання, невизначеності, задоволення запитів інтелектуальних компонентів, забезпечення інтегративної, аналітико-синтезуючої, послідовної і творчої розумової діяльності [17, с. 58].

В інтелектуальній системі крім відомих величин, – кількості інформації, швидкодії обчислювальних функцій та інтелектуальних компонентів, швидкості передавання інформації, швидкості взаємодії (швидкодії в м/с) – вводяться нові величини.

Прискорення інтелектуальне, яке кількісно визначається, наприклад, для нейронів відносно операції у один біт, як їх швидкодія помножена на швидкість передавання нервового імпульсу. Одиницею вимірювання інтелектуального прискорення є (м/с²).

Сила інтелектуальна (воля) – це здатність інтелектуальних систем виконувати розумові активні відображення об'єктивної (віртуальної. – К. В.) реальності, приймати рішення – вибір альтернативи; здійснювати свої бажання, поставлені перед собою цілі, усвідомлене прагнення до чого-небудь; можливість розпоряджатись; здатність компонента інтелектуальної системи або їх сукупності впливати один на одного або на матеріальні тіла у навколишньому середовищі. Для інтелектуальної матерії можуть бути позначені такі три основні закони:

- закон інерції – якщо нема інформації, що поступає та/або обробляється у інтелектуальній системі, то її інтелектуальна складова (сила) дорівнює нулю;

- надходження та обробка інформації у інтелектуальній системі її існуючою кількістю операцій приводить до прискорення інформації. При цьому, інтелектуальна сила F може бути виражена формулою $F = Ia$, (біт • м/с²), де I - кількість інформації; a - прискорення інформації інтелектуальне між компонентами;

- на інформаційну дію із зовнішнього середовища буде достатня та відповідна інформаційно-інтелектуальна реакція.

Для уніфікації вводиться за традиційним підходом до характеристик взаємодії компонентів інтелектуальної матерії поняття «інтелектуальної енергії» (грец. *energeia* – діяльність). *Інтелектуальна енергія* – це кількісна міра інтенсивності взаємодії компонентів інтелектуальної матерії; здатність інтелектуальної системи виконувати розумну діяльність, мислительну роботу або бути джерелом інтелектуальної сили, яка може виробляти роботу; діяльна сила, поєднана з наполегливістю у досягненні поставленої цілі. Інтелектуальна енергія (E), якою володіє та яку витрачає інтелектуальна система, знаходиться в залежності й характеризується кількістю інформації (I), що проводиться з прискоренням (a) комунікаційним шляхом довжиною (S) між певною кількістю інтелектуальних компонентів: $E = I \cdot a \cdot S$, (біт • м²/с²). [17, с. 66]. Інтелектуальна енергія мозку, при проведенні одного біта інформації всіма комунікаційними шляхами мозку може відповідати величині приблизно 10^{14} біт • м²/с², а усього людства $\approx 10^{21}$ біт • м²/с².

Запропонована абстрактна формула інтелектуального потенціалу $f_{\text{пот}}$, названого функціональним, $f_{\text{ум}} = \frac{nvq}{s}$, де: n – загальна кількість компонентів автономної інформаційно-аналітичної системи; v – швидкість передавання між ними; q – швидкодія обчислювальних функцій компонентів; s – загальна відстань між компонентами.

Введені величини корисні для кількісної оцінки інформаційних процесів, але вони ще потребують обґрунтування та уточнення. Оцінимо деякі параметри інформаційного графу.

Число вузлів у моделі інформаційного поля може оцінюватись кількістю населення на Землі, яке за прогнозами академіка С. П. Капіци може скласти до 14 мільярдів. Щодо зв'язності вузлів можна сказати наступне. Людина обмежена в утриманні уваги та зосередженому сприйманні та, як правило, одно моментно зв'язується лише з одним інформаційним джерелом. З психології та менеджменту відомо, що оптимальність колегіального прийняття рішень спостерігається у колективі до 10 – 100 чоловік. За допомогою засобів зв'язку людина спілкується різномоментно приблизно з 1000 абонентами.

У реальних комунікаційних мережах виявлено «явище тісного світу». На основі своїх досліджень соціолог С. Милграм стверджує, що: «Кожну людину на земній кулі можна зв'язати з будь-якою людиною ланцюгом із шести (попарно) знайомих» [18, с. 8]. Це означає існування найкоротшого шляху між будь-якою парою у соціальній мережі. Соціальні мережі виявились сильно розріженими. Люди згруповані у малі кластери друзів, колег і знайомих. Ці кластери, зазвичай, слабо зв'язані з аналогічними кластерами.

ВИСНОВКИ

З позицій інформаційної безпеки дано інтерпретацію фізичних та логіко-алгоритмічних процесів джерел інформації. Поняття «інформація» виведено як похідне енерго-матеріальних взаємодій. Представлена модель інформаційної взаємодії фізичного інформаційного світу демонструє Закон круговороту інформації у природі. Визначення поняття інформаційних полів у фізичному та інформаційному світі дають можливість кількісної оцінки процесів, зокрема у інтелектуальних системах. Розглянуті параметри інтелектуального інформаційного поля ще потребують обґрунтування та уточнення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кононович В. Г. Основи захисто – орієнтованої теорії інформації: Частина 1. «Інформація». Функціонально повний набір абстрактних інформаційних машин / В. Г. Кононович // Цифрові технології: Збірник / Кол. Авт: – Вип. 7. Одес. нац. академія зв'язку. – Одеса, 2010. – С. 67 - 80.
2. Голицин Г. А. Информация и биологические принципы оптимальности: Гармония и алгебра живого / Г. А. Голицин, В. М. Петров. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 178 с. – ISBN 978-5-397-01412-0.
3. Попов Н. А. Сущность времени и относительности / Вступ. ст. В Штейнберга. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 320 с. – ISBN 978-5-397-00213-4.
4. Игнасимуту С. Основы биоинформатики. – М.: Ижевск. НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2007. – 320 с. – ISBN 978-5-93972-620-7.
5. Соснин Э. А. Классическая теория информации и ее ограничения [Электронный ресурс] / Э. А. Соснин. Дата публикации: 25. июня 2002. – 4 с. – Режим доступа: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/3262.html>.
6. Холево А. С. Квантовые системы, каналы, информация / А. С. Холево. – М.: МЦНМО, 2010. 328 с.
7. Гадасин В. А. Концепция триад – понятие «Информация» как субстанция / В. А. Гадасин // Ежегодник ВНИИПВТИ : сб. научных тр. – Минск, 2007. – с. 186 – 190. – Режим доступа: http://www.pvti.ru/articles_21.htm.
8. Хакен Герман. Информация и самоорганизация Макроскопический подход к сложным системам. Пер. с англ. Изд. 2-е, доп. М.: КомКнига, 2005. – 248 с. – ISBN 5-484-00189-7.
9. Янковський С. Концепции общей теории информации. – 27 с. – Режим доступа: <http://syu.narod.ru/lbook.htm>.
10. Политехнический словарь. Гл. ред. И.И. Артоболевский. – М.: «Сов. энциклопедия». – 1976. – 608 с.

11. Налимов В. В. Спонтанность сознания: Вероятностная теория смыслов и архитектура личности / В. В. Налимов. – М.: Изд-во «Прометей» МГТИ им. Ленина. – 1989. – 288 с. – ISBN: 5-7402-0083-4.
12. Черносивтов П. Ю. Закон сохранения информации и его проявление в культуре / П. Ю. Черносивтов. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 296 с. – ISBN 978-5-397-00477-0.
13. Кононович І. В. Інформаційні революції. Класифікація інформації / І. В. Кононович // Цифрові технології: Збірник / Кол. Авт.: – Вип. 8. Одес. нац. академія зв'язку. – Одеса, 2010. – С. 77 - 84.
14. Демин А.И. Парадигма дуализма: Пространство – время, информация – энергия / А.И. Демин– М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 320 с. – ISBN: 978-5-382-00025-1.
15. Эшби У.Р. Введение в кибернетику / У. Р. Эшби ; [Пер. с англ. Д.Г. Ламути. Под ред. В.А. Успенского]. – М.: Изд-во „Иностран. лит.“, 1959. – 432 с.
16. Попер Карл Раймонд. Объективное знание: Эволюционный подход / Попер Карл Раймонд; Пер. с англ. / Отв. ред. В. Н. Садовский. Изд. 2-е. – М.: Эдиториал УРСС, 2009. – 384 с. – ISBN 978-5-8360-0541-2.
17. Еремин А. Л. Ноогенез и теория интеллекта [Электронный ресурс] / А. Л. Еремин. – Краснодар, 2005. – 356 с. – Режим доступа: <http://a-eremin.ru/rus>.
18. Евин И. А. Сложные сети: Введение в теорию [Электронный ресурс] / И. А. Евин. // Институт машиноведения имени А. А. Благоднарова – М.: РАН, 2010. – 31 с. – Режим доступа: <http://spkurdyumov.narod.ru/mat1000.htm#Ma347>.