

## ІНФОДИНАМІКА ПРОЦЕСІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ФІЗИЧНОЇ ТА ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Кононович В. Г., Кононович І. В.

### ВСТУП

Світ вступив у період глибоких трансформацій, контури яких лише починають проглядатися. Теоретичні дослідження у біосфері, соціосфері й антропосфері стають міждисциплінарними. Наука та технологія ХХІ століття закладає своїм впровадженням штучний інтелект і штучну свідомість, яка його замінює і працює на прирощення знань і їх численних практичних фізичних і віртуальних (інформаційних) втілень. «Мається добре розрізняваний квантовий «період невизначеності» та період «заплутаності», коли на цьому шостому-сьомому етапі інформаційної (комутативної) смислової революції, нових технологічних укладів і нової пасіонарної хвилі, скрізь – у політиці, економіці, у суспільстві загалом – виникає рідкісна за складністю мозаїка (перекл. з рос.)<sup>1</sup>». Події, що сьогодні виглядають незначними, започатковують русла процесів у майбутньому і можуть синергетично привести завтра кожна до своїх кардинальних змін. Розвиток і зміни у різних сферах життєдіяльності прискорилися, технології стали швидко змінювати одна одну.

Вперше про інформаційний світ, який породжує віртуальну реальність, говорив В.В. Налімов<sup>2</sup>, ввівши поняття «Всесвіт смислів». Нерозривну двоєдність «Світу інформаційного та Світу матеріального» доводить П.Ю. Черносітов<sup>3</sup>. Серед багатьох проблем виділяється актуальна проблема моделювання процесів інформаційної взаємодії фізичної та віртуальної сфер за участі природного та штучного інтелекту, які давали би відповіді на

---

<sup>1</sup> Наведено за: Колесова Л.А. 21 сетевой век. Блуждающие волны пассионарности. *Сайт Курдюмова*. 2021. URL: <http://spkurdyumov.ru/future/21-setevoj-vek-bluzhdayushhie-volny-passionarnosti/>

<sup>2</sup> Налімов В.В. Спонтанность сознания: Вероятностная теория смыслов и архитектура личности. Москва : Изд-во «Прометей» МГТИ им. Ленина. 1989. С. 133.

<sup>3</sup> Черносітов П.Ю. Закон сохранения информации и его проявление в культуре. Москва : Книжный дом «Либроком», 2009. С. 198.

властивості та характеристики процесів взаємодії. Одне з важливих питань – як змінюється поведінка потоку інформації за її кругообігу у фізичному та віртуальному світі зі збільшенням швидкості кругообігу й інтенсивності інформаційного потоку.

### **1. Структурно-функціональна та математична модель динамічної системи кругообігу інформації за взаємодії фізичного та інформаційного світу**

Структурно-функціональна модель інформаційної взаємодії елементів фізичного й інформаційного світів представлені на рис. 1.

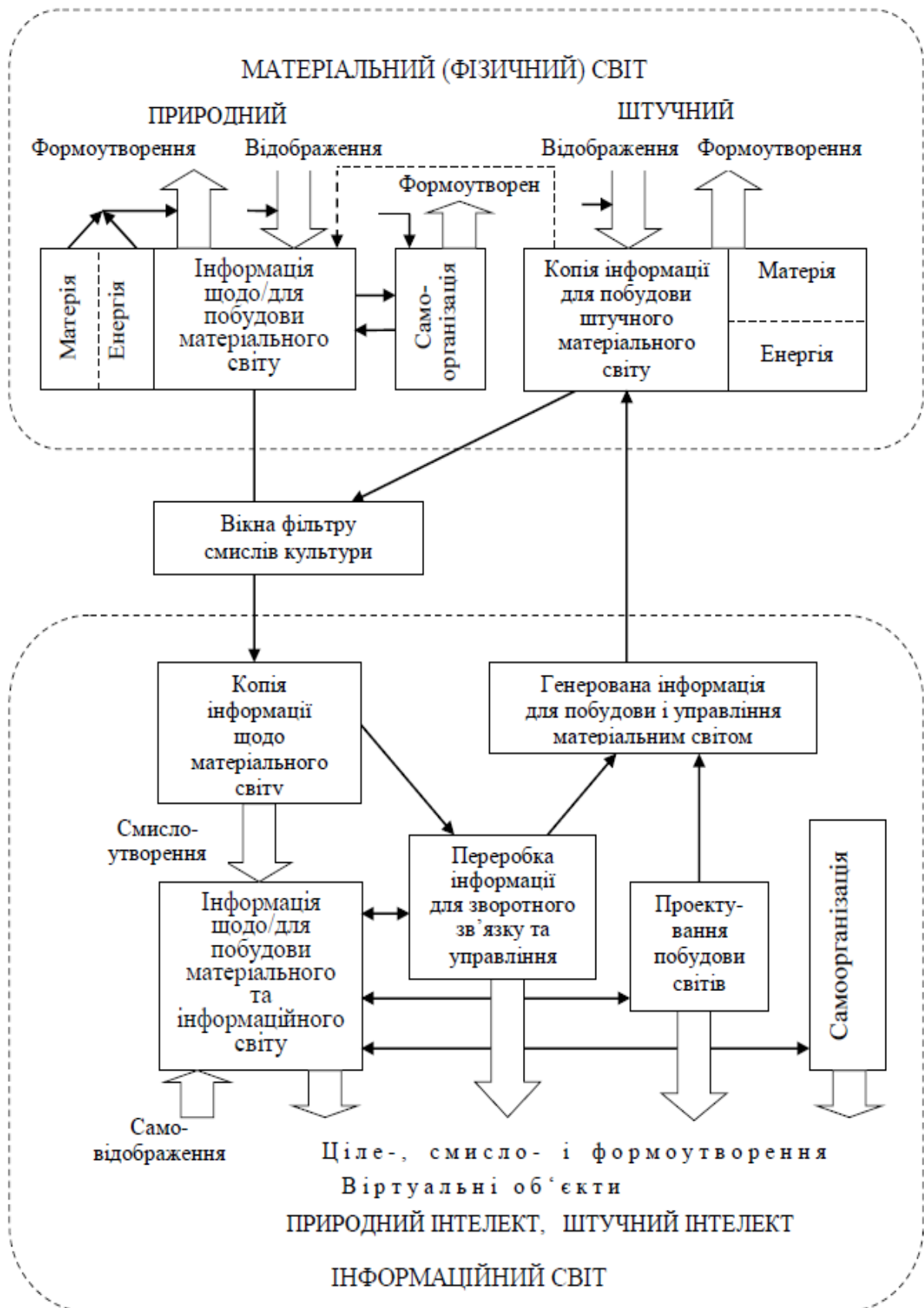
Наведемо ранній лінгвістичний опис моделі<sup>4</sup> з певними уточненнями. Навколишній світ можна поділити на два взаємодіючі між собою світи. Один із них – безмежний і різноманітний за своїми формами матеріальний світ. Інший – це інформаційний світ. Умовний поділ дійсності на два (чи більше) світів має глибокий методологічний смисл: світи поділяються за критерієм класів законів, які в них діють. «*Фізичний світ*», – це світ, котрий описується фізичними законами, де діють закони фізики, фізичні стани, фізичні величини, закони зберігання. Його можна поділити на природний і штучний.

Основними категоріями фізичного світу є триада: матерія, енергія, інформація. Інформація щодо/для організації природного та штучного матеріального світу у натуральній формі об'єктивно міститься в усіх об'єктах, процесах і їх взаємодіях. Вона зберігається у вигляді відображення форм об'єктів, процесів, явищ. Цю інформацію називають первинною. За участю матерії та енергії первинна інформація виконує у фізичному світі функцію формовідображення (інформа) та формотворення (інформація). У природному матеріальному світі проходять ентропійні процеси та протилежні процеси розвитку в бік ускладнення шляхом самоорганізації. Коли в матеріальному світі змінюються або створюються нові системи, властивості, процеси, то генерується нова первинна інформація відповідного формотворення.

На відміну від фізичного світу, в інформаційному (віртуальному) світі діють інформаційні, логіко-алгоритмічні закони, його об'єкти та суб'єкти (розум, свідомість, життя) мають матеріальний носій та існують як процеси.

---

<sup>4</sup> Кононович В.Г. Основи захисто-орієнтованої теорії інформації. Ч. 2. Інформаційні поля у фізичному та інформаційному світі. *Цифрові технології*. Вип. 9. 2011. С. 31–41.



**Рис. 1. Взаємовідношення між фізичним та інформаційним світом**

Інформаційний світ складається із віртуальних об'єктів, які функціонують на матеріальних носіях. В інформаційному світі діють закони мислення, смислотворення, творчості. Світи взаємодіють, забезпечуючи існування один одного. Закон зберігання інформації вдалося сформулювати лише для первинної інформації як відображення законів зберігання у фізичному світі.

Інформаційний світ опирається на фізичний такими опорами: інформація обробляється фізичними інформаційними машинами (в теорії одна з них – абстрактна машина Тюрінга); фізичний світ є постачальником інформи; фізичні інформаційні машини-конструктори (ІМК), наприклад, типу 3D- і 4D-друку, відображають перетворення інформації у фізичні об'єкти чи процеси; фізичний світ є постачальником речовини й енергії.

В інформаційному світі наявна інформація, відчужена від матеріального світу, й інформація самого інформаційного світу щодо/для побудови обох світів. Це переважно *вторинна інформація*, тобто інформація, отримана у кодованій формі у процесі навчання та мислення людського чи штучного розуму. Інформація доступна людині чи штучному розуму лише в осмисленому стані чи у відповідному контексті. Ці смисли залежать від світогляду людини та сприймаються через так званій «фільтр культури» – поточний зміст, тезаурус, сукупність всіх смислів, важливих для існування у кожний момент часу існування.

Маємо закон кругообігу інформації між світами.

Кругообіг інформації у віртуальному світі поділяється на два цикли: внутрішній і зовнішній. Зовнішні цикли кругообігу охоплюють об'єкти-суб'єкти фізичного та віртуального світів. Внутрішні – охоплюють об'єкти-суб'єкти лише віртуального світу.

Згідно із законом У. Росс Ешбі щодо необхідного різноманіття<sup>5</sup> («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. Інформація, що знаходиться у матеріальному світі (первинна інформація як фізична змінна), після функціонального перетворення кодується й перетворюється у вторинну абстрактну інформацію. Функція цієї інформації – формо-та смислотворення.

---

<sup>5</sup> Эшби У.Р. Введение в кибернетику / пер. с англ. Д.Г. Ламути ; под ред. В.А. Успенського. Москва : Изд-во «Иностр. лит.», 1959. С. 346.

Порівняємо представлену модель взаємодії світів із філософськими моделями. Наприклад, Карл Раймонд Поппер у своїй книзі «Об'єктивне знання»<sup>6</sup>, розглядає три взаємозв'язані світи (універсуми):

*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 нашій моделі останній представлено лише «фільтром смислів»);

*світ 3* – світ можливих предметів думки, світ ідей у об'єктивному смислі, світ теорій та їх логічних відносин, світ продуктів мислення, світ логічного змісту книг, бібліотек, комп'ютерної пам'яті тощо, світ об'єктивного змісту мислення, змісту наукових ідей, поетичних думок, це інформаційний світ.

Тепер ми можемо переходити до розробки та вивчення ***математичної моделі динаміки циркулярних процесів кругообігу інформації.***

Потреба в математичних моделях кругообігу інформації між фізичним і віртуальним середовищами є актуальною. «Гонка технологій», які стали швидко змінювати одна одну, приводить до негативних наслідків. Не вирішена проблема раціональної швидкості технологічного прогресу. Ми викидаємо на смітник транзистори, інтегральні схеми, мікропроцесори та комп'ютери, хоча вони фізично ще не виробили свій ресурс. Постає проблема створення і запровадження системи власної безпеки науки та наукового середовища. Тут можна знайти багато спільного з кібербезпекою кіберсередовища. Обидві проблеми мають глобальний характер, обидві засновані на широкому обміні інформації, обидві користуються віртуальними інструментами.

На поточний момент багато вчених і футурологів (виділимо з них лише Василя Стуса та Сергія Переслегіна) відзначають перехід від сингулярних моделей розвитку людства (яскраве дослідження належить Сергію Капица<sup>7</sup>) до аутопоезних (Олена Князева),

---

<sup>6</sup> Поппер Карл Раймонд. Объективное знание: Эволюционный подход / пер. с англ. ; отв. ред. В.Н. Садовский. Москва : Эдиториал УРСС, 2009. С. 78, 154–157.

<sup>7</sup> Капица С.П. Модель роста населения земли и предвидимое будущее цивилизации. *Вопросы экономики*. 2000. № 12. С. 22–43. URL: [http://ecsocman.hse.ru/data/291/971/1219/2002\\_n3\\_p22-43.pdf](http://ecsocman.hse.ru/data/291/971/1219/2002_n3_p22-43.pdf).

синергетичних (Сергій Курдюмов, Георгій Малинецький) моделей динамічного хаосу – не стохастичного, а детермінованого хаосу, відкритого М. Фейгенбаумом. Детермінований хаос у найпростішому вигляді якісно демонструється нелінійною динамічною системою, що описується математичним виразом:

$$x_{n+1} = x_n - px_n^2 + x_{input} \quad (1)$$

де:  $x_{input}$  – вхідний потік даних системи (відбір вхідної інформації, консолідація, переробка);  $x$  – динамічна змінна, яка має смисл інтенсивності інформаційних елементів потоку на етапах обробки інформації;  $p$  – управляючий перехідний коефіцієнт, що характеризує степінь зворотного зв'язку з наступним етапом обробки інформації; причому  $p = const \in (0,1)$ ,  $\{x\} \in R$ ,  $x_{input} \in R^+$ . Конкретна фізична інтерпретація моделі залежить від виду системи та може застосовуватися до широкого кола соціальних, біологічних, технічних, психічних процесів тощо. Незважаючи на свою простоту, модель (1) ілюструє самоорганізоване виникнення коливань, біфуркації з подвоєнням періоду, ускладнення форми (спектру) коливань і детермінований хаос (хаосоподібні коливання). Під час біфуркації малий вплив визначає значні зміни у виборі подальшої траєкторії процесу.

Принципи побудови математичної динамічної моделі кругообігу інформації покажемо на прикладі моделі циклічного процесу забезпечення й підтримання соціально-психологічного захисту та кібернетичної безпеки. Заслуга застосування математичних методів у сферах динаміки процесів інформаційної та кібернетичної безпеки належить Дж. Левейлу, М. Гаретто, В. Гонгу, Д. Товслею, Дж. Епштейн, О. Захарченко, Д.В. Ланде, О.П. Кузнецову, В.А. Мінаєву, І. Пригожину, В. Фурашеву, Д.С. Чернавському та ін. Огляд застосування ряду нелінійних динамічних моделей для опису процесів забезпечення кібербезпеки надано у роботі авторів<sup>8</sup>.

Суб'єкт-агресор здійснює свій напад такими етапами, як: підготовчий етап (розвідка), визначення економічної й іншої доцільності впливу, інформації щодо стану свідомості об'єкта; етап аналізу інформації (відбір потрібної інформації, редукція,

---

<sup>8</sup> Кононович В.Г., Кононович І.В., Романюков М.Г. Математичні моделі процесів забезпечення соціально-психологічної кібербезпеки. *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні*. Вип. 2 (32). 2016. С. 49–55.

консолідація, переробка); етап прийняття рішень; виконання самого акту інформаційного впливу на об'єкт. Прототипом математичної моделі такого кібернетичного циклу управління може бути трирівнева динамічна модель Гереги, що моделює системи обробки інцидентів інформаційної безпеки<sup>9</sup>.

Розглянемо найпростіший випадок, коли атакований об'єкт піддається циклічно етапам конструктивного та деструктивного впливу інтенсивністю  $x^{(a)}_i$  та  $x^{(b)}_i$ , відповідно у фізичному та віртуальному світі. Об'єкт споживає вхідний потік зі свого навколишнього середовища –  $x_{in}$  – і видає в навколишнє середовище вихідний інформаційний потік –  $x_{out}$ . Тоді математична модель динамічної системи буде мати такий вигляд:

$$\Phi(x^{(a)}, x^{(b)}) = \begin{cases} x_{n+1}^{(a)} = x_n^{(a)} - k_{ab} p_a (x_n^{(a)})^2 + k_{ba} p_b (x_n^{(b)})^2 + x_{in} \\ x_{n+1}^{(b)} = x_n^{(b)} + k_{ab} p_a (x_n^{(a)})^2 - (k_{ba} + k_{out}) p_b (x_n^{(b)})^2 \end{cases} \quad (2)$$

де  $x^{(a)}$ ,  $x^{(b)}$  – динамічні змінні, які визначають інтенсивність інформаційно-психологічного впливу на об'єкт, відповідно конструктивного –  $a$  і деструктивного –  $b$ ; динамічні змінні  $x_n^{(a)}$ ,  $x_n^{(b)}$  описують відповідні поточні значення;  $k_{ij}$  – перехідні коефіцієнти, що характеризують динамічну взаємодію етапів обробки інформації, у цьому разі взаємодію конструктивного і деструктивного впливу;  $p_a$ ,  $p_b$  – розподільчі коефіцієнти,  $x_{in}$  – інтенсивність інформаційних елементів потоку, які надходять із навколишнього середовища на перший етап обробки; причому  $\{k_{ij}\}$  і  $\{p_a, p_b\} \in (0,1)$ ,  $\{x_a, x_b\} \in R$ ,  $x_{in} = const \in R^+$ . Змінна  $n$  – це модельний час.

За аналогією було складено і проаналізовано трирівневі та чотирирівневі динамічні моделі. Результати моделювання зводяться до такого.

На початку моделювання здійснюється включення вхідного потоку заданої інтенсивності. Рішення рівнянь руху мають три характерні ділянки: початкову, турбулентну й усталену, або квазі-періодичну. Початкова ділянка відрізняється плавним зростанням величини інтенсивності потоку. Початкова ділянка тим довша, чим менша інтенсивність вхідного потоку. Турбулентна ділянка характеризується хаотичними коливаннями, викиди досягають великих

---

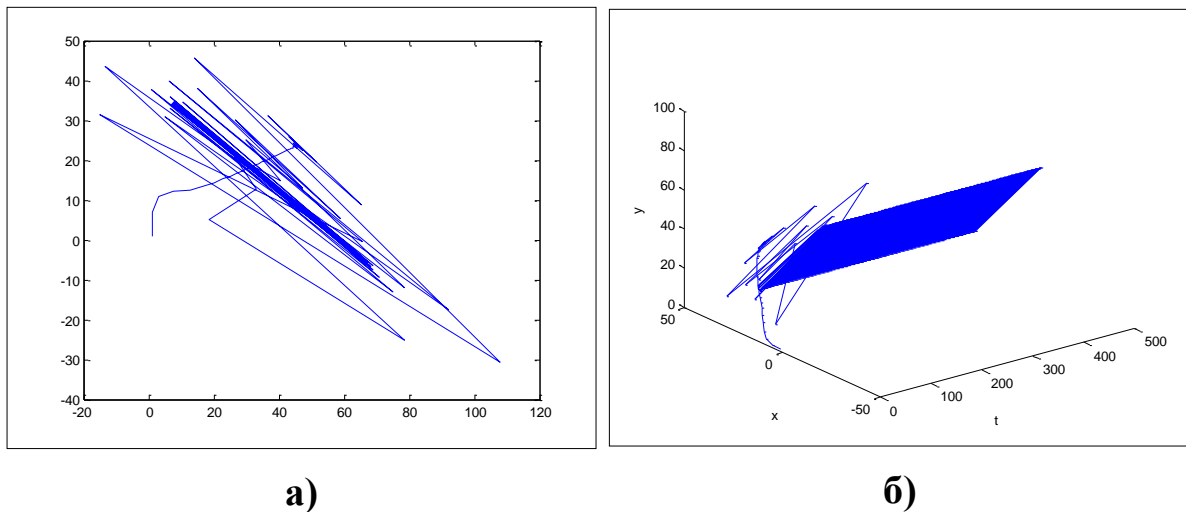
<sup>9</sup> Герега О.М., Гнатюк С.О., Кононович В.Г., Кононович І.В. Гіпотеза і формальна модель сингулярної динаміки інцидентів кібернетичної безпеки. *Інформатика та математичні методи моделювання*. 2016. Т. 6. № 1. С. 26–37.

значень і за збільшення інтенсивності вхідного потоку прямують до нескінченності, тобто виникає сингулярність. Якщо сингулярність не досягається, то поступово хаотичні коливання затухають і замінюються стаціонарними квазіперіодичними коливаннями. В усталеній ділянці залежно від величин параметрів системи відбуваються біфуркації подвоєння періоду Фейгенбаума. Періодичні коливання змінюються на квазіперіодичні а потім – динамічним хаосом.

Причиною виникнення коливань і турбулентності є зворотні зв'язки у кожному з етапів обробки інформації та перехідні процеси при включенні потоку. Потік не може вирости миттєво і наростає плавно. Частина потоку через запізнення має іншу миттєву швидкість або фазу і взаємодіє з наявним потоком, що за певних умов приводить до виникнення коливань. Розглянута динамічна система об'єднує в собі, у межах загального модельного часу, глобальну стійкість із локальною нестійкістю.

Щоб прослідкувати еволюцію траєкторії руху до атрактору, розглянемо фазовий портрет динамічної системи у перехідному і стаціонарному режимах. На рис. 2а представлена проекція фазового портрета на площину  $Oxy$ , а на рис. 2б – його вигляд у тривимірному просторі  $Oxyt$ . У перехідному режимі спостерігаються хаотичні траєкторії, у стаціонарному режимі – атрактор.

Отримані результати застосовні у багатьох сферах.



**Рис. 2. Перехідний процес і його еволюція до атрактору системи**

Наприклад, силова установка автомобіля на холостих обертах може викликати сильні коливання корпусу автомобіля, навіть якщо він стоїть на місці. Під час руху збільшуються потужність та обороти



двигуна, а трясіння корпусу зникає і далі залежить лише від нерівностей дороги.

Процеси виводу на повну потужність крупних енергетичних агрегатів, атомних реакторів тощо та їх зупинка також проявляють ознаки нестійкості.

Щоб визначити границі інформаційної адекватності моделі, необхідно уточнити поняття і характер інформації, яка бере участь у процесах кругообігу. Важливо також розібратись у ролі рушіїв кругообігу.

## **2. Моделі рушіїв і функціонерів кругообігу фізично реалізованої інформації**

Образно кажучи, рушієм кругообігу інформації між фізичною та віртуальною реальністю є «енергія мислення» інтелекту. Навіть відчуття болю у тілі людини формується у відповідному центрі мозку цієї людини. Тут розглянемо аксіоматичне визначення фізично реалізованої інформації та приблизну евристичну модель колективного розуму.

Строго визначеного поняття «інформація» поки не існує, але є більше п'ятисот її визначень, кожне придатне до своєї сфери застосування. Введемо ще два поняття: «інформація, що може бути реалізована фізично» і бере участь у кругообігу інформації між віртуальним і фізичним світом; «практично реалізована інформація», що бере участь у кругообігу інформації між об'єктами-суб'єктами віртуального світу. Також представимо аксіоматичне визначення цих понять. Почнемо з доведення функціональної та дедуктивної повноти ієрархічного набору абстрактних інформаційних машин<sup>10</sup>, які у сукупності становлять аксіоматичне визначення інформації.

*Теорема.* Ієрархічна система абстрактних інформаційних машин є аксіоматичним визначенням поняття «інформація» та включає у себе інформаційні машини: копіювання, функціонального перетворення, пам'яті, управління, автомат (Машину Тюрінга), матеріалізатор (процесор-конструктор), процесор-мислитель, є функціонально та дедуктивно повною.

Із теореми випливає наслідок – із функціонально повного ієрархічного набору абстрактних інформаційних машин можна

---

<sup>10</sup> Кононович В.Г., Кононович І.В. Функціональна та дедуктивна повнота аксіоматичного визначення поняття інформації. *Захист інформації*. 2011. № 3. С. 56–61.

побудувати інформаційну машину будь-кого рівня, за винятком трансцедентного, і будь-якої складності.

*Попередні зауваження.* Повнота визначається як: «Властивість наукової теорії, що характеризує достатність для будь-яких певних цілей її виражальних та/або дедуктивних засобів. Функціональна повнота, стосовно природної мови, становить ту неформальну якість, завдяки якій на ній можна сформулювати будь-яке смислове повідомлення, яке може знадобитися для тих чи інших цілей. Аналогічно у математиці сімейство функцій, що належать деякому класу функцій, є повним відносно цього класу (та відносно деякого фіксованого запасу «допустимих» операцій над функціями), якщо будь-яку функцію цього класу можна виразити через функції цього сімейства (за допомогою допустимих операцій). Аксиоматична система називається дедуктивно повною щодо цієї властивості (інтерпретації), якщо всі її формули, що мають цю властивість (істинні за цієї інтерпретації), є у ній доведеними<sup>11</sup>». З практичного погляду «(функціонально) повна система утворює «базис», виходячи з якого, можна побудувати будь-яку функцію деякого класу за допомогою визначених за раніше операцій<sup>12</sup>».

*Гіпотеза – інформація має принципову властивість ієрархічності.* Властивості фізичного рівня є базовими, інваріантними відносно всіх рівнів інформації. На кожному з рівнів додаються нові властивості, властивості нижнього рівня не зникають і можуть або ускладнюватися, або зменшувати свою значимість і вплив, або діяти незмінно. Можна вважати справедливим висновок, що нові властивості інваріантні відносно всіх вищих рівнів від цього рівня.

Існує глибокий зв'язок між інформацією та знаковими структурами.

Ідея конструктивного доказу теореми повноти полягає у використанні ієрархічного характеру інформації, гіпотези поступового нарощування потужності множини (і складності) властивостей інформації зі збільшенням ієрархічного рівня та відомого функціонально-повного базису. Тоді для доказу теореми достатньо перевірити еквівалентність ієрархічної системи інформаційних машин, одного обраного серед вищих рівнів і відповідного за рівнем

---

<sup>11</sup> Большая советская энциклопедия. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/122206/>.

<sup>12</sup> Философская энциклопедия. URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_philosophy/7090/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/7090/).

базису такої теорії, у якій повнота такого базису не викликає сумнівів.

Найбільш зручним здається використання базису теоретичної семіотики (грец. *Semeion* знак, прикмета) – теорії знаків, яка нині змикається з теоретичною інформатикою та теорією штучного інтелекту. По-перше, ця наука розглядає інформацію як деякий еквівалент знакової структури: «Інформація у вузькому смислі – це синтаксична знакова структура І-знаку (імені поняття) безвідносно семантики, що присвоюється їй джерелом, перетворювачем або приймачем інформації, задана у статичній дискретній (цифровій) або неперервній (аналоговій) формі: текст, креслення, діаграма, графік, рисунок, формула, або у вигляді динамічної структури: усної мови, аудіо-, відеоінформації, сигналів фізичних приладів – послідовності у часі статичних і динамічних знаків, що породжені джерелом і сприймаються приймачем<sup>13</sup>».

По-друге, теоретична семіотика використовує підходи до визначення понять, які схожі з нашим підходом до аксіоматичного визначення поняття інформації. «Формалізовані наукові поняття визначаються у середовищі природної мови та реалізуються у штучній мові предметної сфери шляхом заміни поняття, що визначається, конструкцією з визначальних понять, які входять у терміносистему мови та предметики і будуються з базисних (таких, що далі не визначаються) термінів, укорінених у штучному інтелекті, та подібних. <...> Щоб найбільш повно і точно втілити ці вимоги, необхідно передусім дати формалізоване визначення поняття довільної мови та домовитися щодо конструкції будь-якого поняття – результату розумінням суб'єктом дійсності, що вивчається (див. Зверев, 2010, с. 2)».

*Конструктивне доведення теореми.* У теоретичній семіотиці інформація є найбільш близьким синонімом поняття *знак* – гранично загальне представлення уявлення щодо інформаційних об'єктів<sup>14</sup>. Уточнимо деякі терміни семіотики. У внутрішній структурі знака виділяється *позначення* – слово, ім'я предмета, явища та *значення* – смисл, семантика, словосполучення будь-якого поняття. Семантика

---

<sup>13</sup> Зверев Г.Н. О термине «информация» и месте теоретической информатики в структуре современной науки. *Открытое образование*. № 2 (79). 2010. С. 4.

<sup>14</sup> Зверев Г.Н. Теоретическая информатика и ее основания : в 2 т. Т. 1. Москва : Физматлит, 2007. 592 с.; Т. 2. Москва : Физматлит, 2009. С. 97.

знака – ім'я поняття поділяється на *прообраз* поняття, тобто пряме значення імені – сам предмет і непряме значення – *образ*, відображення властивостей предмета у думках і почуттях свідомості та підсвідомості людини.

Людина є джерелом слів, повідомлень або приймачем мови, усної чи писемної. *Мовне середовище* є конечною множиною суб'єктів – носіїв мови та конечною множиною каналів зв'язку між суб'єктами, якими можуть передаватися імена знаків, тобто матеріальні носії інформації: сигнали, тексти, зображення тощо. «Мовні суб'єкти складаються зі знакових процесорів, необхідних для породження, сприймання, перетворення, зберігання у пам'яті суб'єкта знакових структур. Основні типи процесорів суб'єктів мовного середовища (сенсор, рефор, ефор (мотор, ефектор), мемор (пам'ять), генор, матеріальний процесор):

– *сенсор*  $A:R_m \rightarrow M_s$  – виконує вибіркоче сприймання матеріальної реальності  $R_m$  – фізичного світу та перетворення (відображення) його властивостей у знаки віртуальної реальності – це світ знаків  $M_s$ , інформаційних моделей фізичної реальності – або здійснює ідентифікацію матеріальних носіїв знаків-повідомлень;

– *рефор*  $B:M_s \rightarrow M_s$  – виконує реформування, перетворення інформаційного світу знаків, це гранично загальна функціональна модель процесів мислення, міркування, обробка інформації, даних, знань, процедур прийняття рішень;

– *ефектор*  $E:M_s \rightarrow R_m$  – це довільний перетворювач знаків у матеріальні предмети та дії. Альтернативні терміни: ефор, мотор;

– *накопичувач знаків* – пам'ять суб'єкта, мемор  $G:M_s \rightarrow M_s$  зберігає знання, інформацію у незмінному вигляді;

– *генор*  $\Gamma \rightarrow M_s$  – внутрішнє джерело (генератор) знаків певного класу, модель генерації знаків у моделюванні віртуального світу суб'єктів;

– *матеріальний процесор*  $F_m \wedge R_m \rightarrow R_m$  – перетворювач фізичної реальності, у якій нема знаків, знань, інформації та знакових процесорів<sup>15</sup>».

Цих типів достатньо для побудови мовних конструкцій, функцій, а отже, для описання мовних процесів у мовному середовищі.

---

<sup>15</sup> Евин И.А. Сложные сети: Введение в теорию. Институт машиноведения имени А.А.Благонравова. Москва: РАН, 2010. 31 с. URL: <http://spkurdyumov.narod.ru/mat1000.htm#Ma347>.

Наведених теоретичних відомостей досить, щоб почати конструктивне доведення теореми повноти. Складемо порівняльну таблицю базисів теоретичної семіотики й аксіоматичного визначення інформації (табл. 1).

«Сенсори (датчики, органи чуттів, рецептори, вимірювальні системи) й ефектори (виконавчі пристрої, ідеомоторика організму) виконує прямі та зворотні зв'язки об'єктивованого суб'єкта з матеріальною реальністю. Об'єктивований суб'єкт – це основний об'єкт дослідження штучного інтелекту та теоретичної інформатики<sup>16</sup>. Сенсори як формальні описи об'єкта-передавача (джерела) інформації відсутні в ієрархічній системі абстрактних інформаційних машин. Їх еквівалентом розглядаються природні та штучні джерела інформації. Будь-який сенсор як інформаційна модель може бути побудований з абстрактних інформаційних машин цієї системи.

Таблиця 1

**Відношення еквівалентності базисів теоретичної семіотики й аксіоматичного визначення фізично реалізованої інформації**

Базис теоретичної семіотики		№ рівня ієрархії	Базис поняття інформації	Примітка
№ п/п	Типи процесорів суб'єктів мовного середовища		Типи абстрактних інформаційних машин	
1	Сенсор	–	Природне чи штучне джерело	
2	Рефор (реформування)	1	Копіювання	
3		2	Функціональне перетворення	
4		5	Автомат (кіберперетворення)	
5	Накопичувач знаків	3	Пам'ять	
6	–	4	Управління	Рис. 3
7	Генор	6	Матеріалізатор (процесор-конструктор)	
8	Ефектор (перетворювач)			
9	Матеріальний процесор			
10	Лінгвістичний процесор і процесор мислення	7	Процесор-мислитель	Рис. 3

<sup>16</sup> Зверев Г.Н. Метаинформатика, искусственный интеллект и основания языка науки. *Интеллектуальные системы управления* / под ред. С.Н. Васильева. Москва : Машиностроение, 2010. С. 7–16.

Ефектор разом із генором і матеріальним процесором є еквівалентом процесора-конструктора (матеріалізатора інформації, що забезпечує формотворення, смислотворення та цілетворення у приймаючого об'єкта). Роль рефора (перетворювача знаків) виконують абстрактні інформаційні машини копіювання, функціонального перетворення (включаючи рекурсивні функції та функціонали) у цифровій та аналоговій формі й автомати (у теорії – Машини Тюрінга) у цифровій формі. У свою чергу, роль накопичувача знань відіграє абстрактна інформаційна машина – пам'ять.

Навпаки, абстрактна інформаційна машина управління не має свого аналогу у базисі теоретичної семіотики, але такий аналог управління разом із лінгвістичним і мислячим процесором з'являється у моделі мислячого суб'єкта, яка показана на рис. 3, запозиченого і перекладеного українською мовою зі статті Г.М. Зверева<sup>17</sup>.

Таким чином, якщо з базису теоретичної семіотики виключити сенсори, еквівалентні природним і штучним джерелам інформації, та додати абстрактну інформаційну машину управління (тобто процесор управління, «управлер»), елементи базисів будуть попарно еквівалентними. Еквівалентність базису теоретичної семіотики (яка відповідає соціальному рівню теорії інформації) аксіоматичному базису теорії інформації у вигляді ієрархічної системи абстрактних інформаційних машин означає наявність їх функціональної та дедуктивної повноти.

Ілюстрацією функціональної повноти ієрархічної системи абстрактних інформаційних машин може служити той самий рис. 3, де відповідно  $L_1$  – вхідна,  $L_2$  – вихідна,  $L_3$  – внутрішня мова. Будь-який суб'єкт мовного середовища встановлює мовні зв'язки та спілкується з іншими суб'єктами. Вхідна та вихідна мова можуть збігатися для всіх суб'єктів, тобто складатися з одних і тих самих знаків і семантики мови лінгвістичних процесорів суб'єкта. Мислителі-процесори виконують операції над внутрішніми знаками – поняттями суб'єкта, що входять у внутрішню мову, мову розуміння, мислення й емоцій.

Модель мислячого суб'єкта разом із системою управління, лінгвістичним і мислячим процесором складається з базисного

---

<sup>17</sup> Зверев Г.Н. Метаинформатика, искусственный интеллект и основания языка науки. *Интеллектуальные системы управления* / под ред. С.Н. Васильева. Москва : Машиностроение, 2010. С. 7–16.

набору процесорів теоретичної семіотики. Одночасно модель мислячого суб'єкта становить інформаційну машину, кожен із блоків якої можна побудувати з ієрархічного набору абстрактних інформаційних машин, що є базисом ієрархічної теорії інформації.

Недоліком аксіоматичного базису ієрархічної теорії інформації є відсутність єдиної моделі джерела інформації. Можна припустити, що така модель буде складною, у кожній сфері буде своя модель.

Перевагами аксіоматичного базису ієрархічної теорії інформації є: ієрархія аксіоматичних абстрактних інформаційних машин, яка відповідає ієрархічній природі інформації щодо сфер її циркуляції; ієрархічна система така, що на будь-якому рівні інформаційні машини верхнього рівня використовують інформаційні машини нижчих рівнів.



Рис. 3. Структура об'єктивованого суб'єкта та мовних зв'язків

Доведення теореми є адекватним щодо фізично реалізованої інформації, задіяної у зовнішньому кругообігу інформації між віртуальним і фізичним світом. У внутрішньому кругообігу циркулює, крім того, всяка вторинна інформація.

Тепер ми можемо переходити до дискусії та побудови *евристичної моделі штучного колективного розуму*.

У процесі побудови моделі штучного колективного розуму, яка базується на принципах подібності, фрактальності, ієрархії та властивостях інформації, розглядаються технічні аспекти, не торкаючись

перспектив розвитку й етичних і соціальних проблем<sup>18</sup>. На розвиток мозку людини накладають обмеження фізичні, хімічні та біологічні закони. Наприклад, нейрон може мати деяку мінімально допустиму товщину, щоб проводити нервові імпульси. Розміри мозку залежать від теплового балансу тощо. Починаючи з деякого рівня складності розвиток розуму стає можливим лише у рамках колективного інтелекту. Нехай нам потрібно зібрати експертну групу для обговорення, знайдення рішення і реалізації цього рішення. Є два варіанти. За першого варіанту створюємо колектив, або мережну групу, або відеоконференцію, або натуральну конференцію. Другим варіантом є створення штучного колективного розуму. Мозок підключаємо до комунікаційної системи, об'єднуючи їх у мережу, тобто створюємо мегамозок.

Недолік першого варіанту полягає у низькій пропускну здатності каналів взаємодії людей – сенсорно-моторних органів мови, зору, читання, міміки, моторики. Обсяг обміну інформацією недостатній для ефективного аналізу та прийняття рішень. Для нескладних задач цей недолік не вирішальний, а для складних задач із великим числом варіантів і обсягів інформації ми можемо мати NP-проблему. Водночас інформаційна пропускна здатність мозку незрівнянно більша, ніж мови у процесі мовлення. Тому проблема розробки мегамозку, його структури та процесної організації є актуальною.

Досягнутий науково-технічний рівень надає для цього різноманітні можливості. Може бути створено машинний штучний розум. Загрози такого варіанту обговорюються у науковій літературі та фантастиці практично з часів виникнення науки кібернетики. Тут ми розглянемо менш загрозливий, на нашу думку, шлях створення живого штучного розуму як об'єднання розуму декількох людей. Одним із сучасних досягнень є когнітивний інтерфейс і віртуальна реальність у спілкуванні з комп'ютером. Інтерфейс найближчого майбутнього буде сприймати не лише мову, але й умовні команди, сприймати рух очей. Когнітивний інтерфейс буде тривимірним, він буде відтворювати віртуальну реальність, а надалі буде створено інтерфейс взаємодії з нашим мозком, який дозволить, крім того, керувати бажаннями й емоціями. За допомогою мультимодальної

---

<sup>18</sup> Кононович В.Г., Кононович І.В. Модель умов розвитку колективного розуму. *Науковий вісник міжнародного гуманітарного університету. Серія: Інформаційні технології та управління проектами.* 2012. № 4. С. 14–20.



телебіометрики<sup>19</sup> буде реєструватися й аналізуватися наша міміка, поза, біометричні параметри, інтонації голосу тощо. Інтерфейс мозок-комп'ютер буде прямо читати думки, передавати зображення безпосередньо у кору головного мозку, куди імплантується спеціальний чіп, сприймати уявні команди управління комп'ютером та іншими пристроями.

Крім того, взаємодія з інтелектуальними роботами, які будуть чутливими до середовища, зможуть навчатися, приймати рішення, буде схожа на взаємодію з людьми: роботи розумітимуть мову, пізнаватимуть об'єкти, аналізуватимуть і швидко прийматимуть рішення. Комп'ютери можуть стати цікавими співрозмовниками, помічниками у бізнесі і т. п.

Коллективний розум може з'явитися на базі колективної свідомості людей, якщо буде знайдено відповідний носій цього розуму й ефективні засоби обміну інформацією. Сучасні телекомунікаційні мережі здатні надати необхідні пропускні здатності. Знайдено методи та зроблені перші пристрої для приєднання безпосередньо до нейронів мозку. Компанія-стартап Ілона Маска з нейронних технологій Neuralink продемонструвала робота, котрий має хірургічно встановлювати у голові людини чіп без пошкодження мозку та судин.<sup>20</sup>

Коллективний мегамозок може бути створено як мережу, де вузлами мережі є мозок індивідуальної людини. Відомо, що мозок дорослої людини використовується всього на 4%. Вільну пам'ять мозку можна використовувати для паралельного вирішення задач в інтересах людства.

Розглянемо невирішені проблеми створення мегамозку.

*Проблема носія колективного розуму.* Існування колективного розуму можливе за низки досить складних умов. Які би розумні вказівки не давав мозок, вони пропадуть, якщо немає можливості їх фізичної реалізації, а наявність органів, здатних здійснити тонкі дії, сама по собі не породить мислення. Людина сама собі ставить цілі та може перетворити колективний розум, зробити його ефективним.

---

<sup>19</sup> Кононович В.Г., Тардаскін М.Ф. Парадигма інформаційної безпеки телебіометрики та сенсорних мереж. *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні*. Вип. 1 (12). 2006. С. 56–66.

<sup>20</sup> Neuralink представила робота-хірурга для вживлення нейрочіпа Маска. URL: <https://internetua.com/neuralink-predstavila-robota-hirurg-a-dlya-vjivlennya-neirocsipa-maski>.

Інформація підкоряється принципу доповняльності та логічного співвідношення невизначеності об'єктивності та нематеріальності інформації. З одного боку, інформація є фізичною величиною й об'єктивна. З іншого, на строго поставлене питання «чи існує інформація сама по собі?» можна дати відповідь: «інформація існує об'єктивно, але сама по собі не є матеріальною, вона записана на матеріальному носії. Вона існує лише у чомусь або через щось, тобто на носіях»<sup>21</sup>.

*Проблема реалізації мегамозку.* Непростими є проблеми: управління процесами інформаційного обміну та прийняття рішень; взаємодії індивідуального та колективного розуму; механізмів реалізації рішень колективного розуму; розробки мови представлення інформації на колективному рівні та її взаємодії з мовою індивідуального рівня та багато інших. Поки що не ясно, чи буде зберігатися індивідуальність людини, яка братиме участь у створенні колективного розуму. Якщо обробка інформації виконується у хвильових фронтах, що розповсюджуються у нейронах, то від людини для цієї роботи буде потрібне певне настроювання. Потрібні процедури переходу від індивідуального життя до колективного і навпаки.

*«Проблема Мауглі».* Проблема пов'язана з тим, що розум може діяти та існувати лише як неперервний процес сприймання й обробки інформації, є певна специфіка у його життєвому циклі від народження до розпаду. «Очевидно, що розум не є дещо природжене. Навпаки, він може бути штучним винаходом, який прищеплюється цивілізації»<sup>22</sup>». Розумність зростає при вихованні, одомашнюванні, цивілізованості. Процес зростання розумності у часі протікає послідовно стрибками, накопичуючи складність своєї структури рівень за рівнем. Коли обсяг інформації певного рівня досягає певної критичної величини, вона структурується, ущільнюється і на старшому рівні утворює відповідні символи, поняття, образи та відношення. Коли побудовано певний рівень, починає будуватися наступний вищий рівень, а попередній рівень стає стабільним і далі може мати незначні зміни й удосконалення. Ніякий поверх у цій будівлі не можна пропустити, бо подальший розвиток стає неможливим.

---

<sup>21</sup> Филипов С.Н. Квантовая теория информации. Реферат по истории науки. Москва : МФТИ, 2010. С. 12.

<sup>22</sup> Марков Б.В. Человек в эпоху масс-медиа (Символы эпохи Интернет). Информационное общество. Москва : ООО «Издательство АСТ», 2004. С. 489.

Наприклад, Мауглі, повертаючись у людське суспільство, вже не могли освоїти мову, вони взагалі не стають повноцінними людьми. Робінзони, не маючи спілкування із собі подібними, деградували до дикого рівня.

Таким чином, технологічно суперцивілізація буде мати можливість створити об'єднаний мегамозок. Передача думок із мозку в мозок інших людей буде наповнювати мегамозок, створювати навички рефлексування над бажаннями й уникати афектної поведінки, але у процесі свого навчання і життєдіяльності мегамозок має взаємодіяти із собі подібними або інтелектом вищого рівня. Знанням просто ні звідки взятися, окрім як із логіки розвитку суспільства. Звідси виникає бажання знайти у космосі сусідів, подібних собі по розуму, а поки що людство повинне мати на Землі колектив мегамозків, що співіснують і конкурентно розвиваються незалежно й у взаємодії один з одним. Необхідною умовою існування суперрозуму є його взаємодія в колективі йому подібних. За земних умов це можливо, якщо буде сформовано і будуть активно спілкуватися суперрозуми декількох цивілізацій або декількох суперетносів, і чим їх буде більше, тим краще. Кожна з цивілізацій має зберігати свої особливості, необхідні для успішного розвитку їхніх колективних розумів.

*До взаємодії колективного й індивідуального розуму.* Теорема Курта Геделя «щодо неповноти» дає ключ до певного розуміння взаємодії колективного й індивідуального розуму. Попередньо теорема показувала неможливість існування повної формальної теорії, всередині якої могли би бути доведені всі істинні теореми арифметики. Для доведення теореми Геделя було застосовано поняття алгоритму, що знаходиться за рамками арифметики, тобто поняття, яке щодо арифметики є метапоняттям. Надалі теорему Геделя було сформульовано щодо багатьох наук.

Для колективного розуму теорема Геделя формулюється так: «Розум людини може формулювати недоведені припущення, які дозволяють йому послідовним наближенням описувати процеси й об'єкти природи<sup>23</sup>». Інакше кажучи, людина може будувати моделі природи та постійно уточнювати їх у міру накопичення знань. Серед сукупності індивідуальних розумів є твердження, які не можуть бути доведені у рамках цієї системи, але кожен член системи

---

<sup>23</sup> Хазен А.М. Разум природы и разум человека. Москва : РИО Мособл-полиграфиздата НТЦ Университетский, 2000. С. 527.

індивідуальних розумів: 1) може мати такі міркування і навіть розуміти деякі його сторони; 2) не може довести те, що не доводиться.

Розуміння є головною проблемою науки та, тим більше, спілкування із колективним розумом. Мало розробити колективний мега мозок, треба ще розробити та реалізувати процеси навчання і його життєдіяльності, щоб створилася штучна колективна свідомість і колективний розум, щоб виникли еквіваленти сенсорно-моторних систем людства для взаємодії з навколишнім всесвітом і своїми складовими частинами, та ще щось, поки невідоме.

## **ВИСНОВКИ**

Розв'язується актуальна проблема моделювання процесів інформаційної взаємодії фізичної та віртуальної сфер за участі природного та штучного інтелекту, які давали би відповіді на причини та характеристики процесів взаємодії. Одне з важливих питань – як змінюється поведінка потоку інформації за її кругообігу у фізичному та віртуальному світі зі збільшенням швидкості кругообігу чи величини інформаційного потоку.

За результатами власних досліджень створено та досліджено структурно-функціональну модель взаємодії фізичного й інформаційного світу (світу віртуальної реальності), математичну динамічну модель системи кругообігу інформації між світами й евристичну модель штучного колективного розуму.

Сформульовано закон кругообігу фізично реалізованої інформації та пояснено його особливості. Закон кругообігу інформації обґрунтовується за допомогою запропонованої авторами структурно-функціональної моделі взаємодії між фізичним та інформаційним світом, що дозволило сформулювати практичні рекомендації щодо застосування цього закону.

Розроблена та досліджена примітивна математична модель динамічної системи кругообігу інформації між фізичним і віртуальним світами. Конкретна фізична інтерпретація моделі залежить від виду системи та може застосовуватися до широкого кола соціальних, біологічних, технічних, психічних процесів тощо. Незважаючи на свою простоту, модель ілюструє самоорганізоване виникнення коливальних, турбулентних, сингулярних, біфуркацій з подвоєнням періоду, ускладнення форми (спектру) коливальних і детермінований хаос (хаосоподібні коливання). Під час біфуркації малий вплив визначає значні зміни у виборі подальшої траєкторії

процесу. Фізична адекватність моделі підтверджена авторами на прикладах моделювання циркулярних механічних пристроїв і систем захисту інформації. Інформаційна адекватність моделей обмежена фізично реалізованою інформацією.

Розроблено методологію та базис аксіоматично зумовленого визначення поняття інформації, заснованого на ієрархічному функціонально та дидактично повному наборі абстрактних інформаційних машин: копіювання, функцію (функціональне перетворення), пам'ять, управління, автомат (кібернетичне перетворення – Машина Тюрінга), процесор – конструктор (матеріалізатор). Відкритий ієрархічний набір абстрактних інформаційних машин, використовується як базис у визначенні поняття інформації на основі порівняння з базисом теоретичної семіотики, що дає принципову можливість побудувати обґрунтовану та науково коректну ієрархічну теорію фізично реалізованої інформації, справедливу для всіх сфер, де інформація циркулює: фізичної, неживої природної та технічної, біологічної, соціальної сфер.

На основі теореми Курта Геделя «про неповноту» даних науки про людину та її еволюцію, принципу ієрархічності та фрактальності систем, із використанням методу аналогій при порівнянні структур і функціонування систем типу «людина» і «людство (соціум)» розроблена евристична модель колективного розуму та сформульовані умови його становлення та розвитку.

Напрямом подальшої роботи є вирішення таких проблем та встановлення зв'язку між аксіоматичним визначенням інформації та визначенням ентропії. Теорію інформації не можна вважати завершеною, поки не буде доведено чи спростовано закон збереження інформації.

## **АНОТАЦІЯ**

Розвиток всіх сфер життєдіяльності прискорився, технології стали швидко змінювати одна одну. Це породжує сингулярності, динамічний хаос, біфуркації. Актуальною є проблема моделювання процесів інформаційної взаємодії фізичної та віртуальної сфер за участі природного та штучного інтелекту. Одне з важливих питань – як змінюється поведінка потоку інформації за її кругообігу у фізичному та віртуальному світі зі збільшенням швидкості кругообігу чи інтенсивності інформаційного потоку. Поставлена і вирішена задача розробки математичної моделі, яка дозволяє дати

відповіді на такі питання. Сформульовано закон кругообігу інформації у природі, який обґрунтовується за допомогою запропонованої автором моделі взаємодії між фізичним та інформаційним світом. Розроблено методологію та базис аксіоматично зумовленого визначення поняття інформації, заснованого на ієрархічному функціонально та дидактично повному наборі абстрактних інформаційних машин: копіювання, функція (функціональне перетворення), пам'ять, управління, автомат (кібернетичне перетворення), процесор – конструктор (матеріалізатор), що дозволило побудувати конструктивну теорію інформації. Розроблено евристичну модель колективного розуму та сформульовані умови його становлення та розвитку. Обговорена проблема створення колективного розуму шляхом комунікацій мозку живих людей.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Большая советская энциклопедия. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/122206/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%BE%D1%82%D0%B0>.

2. Гергега О.М., Гнатюк С.О., Кононович В.Г., Кононович І.В. Гіпотеза і формальна модель сингулярної динаміки інцидентів кібернетичної безпеки. *Інформатика та математичні методи моделювання*. 2016. Т. 6. № 1. С. 26–37.

3. Зверев Г.Н. Метаинформатика, искусственный интеллект и основания языка науки. *Интеллектуальные системы управления / под ред. С.Н. Васильева*. Москва : Машиностроение, 2010. С. 7–16.

4. Зверев Г.Н. О термине «информация» и месте теоретической информатики в структуре современной науки. *Открытое образование*. № 2 (79). 2010. С. 48–62.

5. Зверев Г.Н. Теоретическая информатика и ее основания : в 2 т. Т. 1. Москва : Физматлит, 2007. 592 с.; Т. 2. Москва : Физматлит, 2009. 576 с.

6. Евин И.А. Сложные сети: Введение в теорию. *Институт машиноведения имени А.А. Благонравова*. Москва : РАН, 2010. 31 с. URL: <http://spkurdyumov.narod.ru/mat1000.htm#Ma347>.

7. Капица С.П. Модель роста населения земли и предвидимое будущее цивилизации. *Вопросы экономики*. 2000. № 12. С. 22–43. URL: [http://ecsocman.hse.ru/data/291/971/1219/2002\\_n3\\_p22-43.pdf](http://ecsocman.hse.ru/data/291/971/1219/2002_n3_p22-43.pdf).

8. Колесова Л.А. 21 сетевой век. Блуждающие волны пассионарности *Сайт Курдюмова*. 2021. URL: <http://spkurdyumov.ru/future/21-setevoy-vek-bluzhdayushhie-volny-passionarnosti/>.

9. Кононович В.Г., Кононович І.В. Модель умов розвитку колективного розуму. *Науковий вісник міжнародного гуманітарного університету. Серія: Інформаційні технології та управління проектами*. 2012. № 4. С. 14–20.

10. Кононович В.Г., Кононович І.В., Романюков М.Г. Математичні моделі процесів забезпечення соціально-психологічної кібербезпеки. *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні*. Вип. 2 (32). 2016. С. 49–55.

11. Кононович В.Г., Кононович І.В. Функціональна та дедуктивна повнота аксіоматичного визначення поняття інформації. *Захист інформації*. 2011. № 3. С. 56–61.

12. Кононович В.Г. Основи захисто-орієнтованої теорії інформації: Ч. 2. Інформаційні поля у фізичному та інформаційному світі. *Цифрові технології*. Вип. 9. 2011. С. 31–41.

13. Кононович В.Г., Тардаскін М.Ф. Парадигма інформаційної безпеки телебіометрики та сенсорних мереж. *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні*. Вип. 1 (12). 2006. С. 56–66.

14. Марков Б.В. Человек в эпоху масс-медиа (Символы эпохи Интернет). *Информационное общество*. Москва : ООО «Издательство АСТ», 2004. 507 с.

15. Налимов В.В. Спонтанность сознания: Вероятностная теория смыслов и архитектура личности. Москва : Изд-во «Прометей» МГТИ им. Ленина, 1989. 288 с.

16. Попер Карл Раймонд. Объективное знание: Эволюционный подход / пер. с англ. ; отв. ред. В.Н. Садовский. Москва : Эдиториал УРСС, 2009. 384 с.

17. Филипов С.Н. Квантовая теория информации. Реферат по истории науки. Москва : МФТИ, 2010. 27 с.

18. Философская энциклопедия. URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_philosophy/7090/%D0%9F%D0%9E%D0%9B%D0%9D%D0%9E%D0%A2%D0](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_philosophy/7090/%D0%9F%D0%9E%D0%9B%D0%9D%D0%9E%D0%A2%D0).

19. Хазен А.М. Разум природы и разум человека. Москва : РИО Мособлполиграфиздата НТЦ Университетский, 2000. 578 с.

20. Черносвитов П.Ю. Закон сохранения информации и его проявление в культуре. Москва : Книжный дом «Либроком», 2009. 296 с.

21. Эшби У.Р. Введение в кибернетику / пер. с англ. Д.Г. Ламути ; под ред. В.А. Успенського. Москва : Изд-во «Иностр. лит.», 1959. 432 с.

22. Neuralink представила робота-хірурга для вживлення нейрочипу Маска. URL: <https://internetua.com/neuralink-predstavila-robotu-hirurga-dlya-vjivlennya-neirocsipa-maski>.

**Information about the authors:**

**Kononovych Volodymyr Grygorijovych,**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Cybersecurity  
and Technical Information Protection

State University of Intellectual Technologies and Communications  
1, Kuznetskaja str., Odesa, 65021, Ukraine

**Kononovich Iryna Volodymyrivna,**

Assistant at the Department of Information Technology  
and Cybersecurity

Odesa National Academy of Food Technologies  
1/3, Dvoryanska str., Odesa, 65023, Ukraine