

становленні нового наукового мислення повинен зіграти розвиток нової наукової прогностики.

### Список літератури

1. Палагин А. В. Кибернетика сегодня / А. В. Палагин // Пропаганда. – 2009. – № 4. – С. 19–22.
2. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М. : Прогресс, 1986. – 432 с.
3. Рузайкин Г. И. Философия ЦОД [Электронный ресурс] / Г. И. Рузайкин // Мир ПК. – 2008. № 11. – Режим доступа : <http://www.osp.ru/text/print/302/5688007.html>
4. Craig Lee, «Standards-Based Computing Capabilities for Distributed Geospatial Applications» / Craig Lee, George Percivall // IEEE Computer Society. – V. 41, No 11, November 2008.
5. Gordon Fraser. The new physics for the twenty-first century. ed. / Gordon Fraser. – Cambridge University Press, 2005.
6. Foster I. International The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations / I. Foster, C. Kesselman, J. Tuecke. // Super computer Applications, 15(3), 2001.
7. Jürgen Pöschel (2001). «A lecture on the classical KAM-theorem». Proceedings of Symposium in Pure Mathematics (AMS) 69: P.707–732.

*Раскрыто влияние Grid-технологий на формирование современного научного мышления. Проанализирована концепция сетевой науки, влияние компьютерных технологий на развитие науки, исторические перспективы их взаимодействия.*

***E-science, grid-компьютинг, нелинейность, наука, сеть.***

*This article deals with the impact of Grid-technologies in the formation of modern scientific thinking. We analyze the concept of network science, the impact of computer technology on the development of science, historical perspective of the interaction.*

***E-science, grid-computing, non-linearity, the science, network.***

УДК165.0:621.38

## ВІД ТРАНЗИСТОРІВ ДО МЕМРИСТОРІВ: АНТРОПОСФЕРНІ РИЗИКИ

***Ю. Д. Генсіцький, аспірант\****

*Розглянуто причини та соціогуманітарні наслідки зміни транзисторної парадигми розвитку електроніки. Окреслено науково-технічний потенціал та прогнозовані антропосферні загрози впровадження мем-*

---

© Ю. Д. Генсіцький, 2014

*ристорної електроніки. Зосереджено увагу на зв'язку мемристорної парадигми електроніки з реалізацією проекту «коннектом».*

***Транзистор, нейристор, мемристор, коннектом, нейрон, си-наптична пластичність, когнітивні гаджети.***

Незважаючи на складність та продуктивність, транзисторна медіаелектроніка все швидшими темпами вичерпує свій науково-технічний потенціал. Доба постмодерну, зі своїм могутнім NBICS арсеналом, констатувала завершення транзисторної парадигми розвитку медіаелектроніки в боротьбі з новими гравцями наукової революції: мемристорами та нейристорами. Володіючи величезним науково-технічним та соціально-гуманітарним потенціалом, вони здатні докорінно змінити процеси преображення людини, визначити її майбутнє. Що чекає людину в новому світі мемристорів та нейристорів? Чи можна відтворити всі людські емоції переживання, свідомість звичайним коннектом-картографуванням та відтворенням за допомогою нейристорів?

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема впровадження мемристорних технологій розглядається в працях: Wu Q., Liu B. «Bio-Inspired Computing with Resistive Memories – Models, Architectures and Applications», Hota M. K., Bera, M. K. «Switching Mechanism in Au Nanodot-Embedded Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Memristors», Mazady A., Anwar M. «Memristor: Part I – The Underlying Physics and Conduction Mechanism». Реалізація проекту «коннектом» розглянута у працях: Hagmann P., Cammoun L. «Mapping the structural core of human cerebral cortex», Lu J. «The interscutularis muscle connectome», Sporns O., Tononi G. «A structural description of the human brain», John E. Kelly, Steve Hamm «Smart Machines: IBM's Watson and the Era of Cognitive Computing».

**Мета дослідження** – вивчення впливу мемристорної парадигми електроніки на людину, антропосферні загрози, що постають при реалізації проекту «коннектом».

**Виклад основного матеріалу.** Які ж корінні зміни спричинили крах «транзисторної світобудови»? Всі елементи сучасних обчислювальних систем побудовані на базі дискретних ключів, транзисторів, які можуть перебувати у двох станах: включеному і виключеному. Однак у світі існує ще один вид «обчислювальних систем» – нервова система та найвищий її щабель розвитку – мозок, робота яких базується на інших, набагато складніших та досконаліших принципах, ніж сучасні комп'ютери. Продуктивність, швидкість і стабільність обчислювальних процесів у нейронах навіть найпростіших організмів перевершує таку в надсучасних транзисторних суперкомп'ютерах [8].

Замість того, щоб просто включатися чи виключатися, окремі нейрони генерують короткі сплески діяльності – нервові імпульси. Сама ж інформація, якою оперує нейрон, кодується формою та тривалістю цього імпульсу. Відмінності між цими двома принципами побудови обчислювальних систем заважали науковцям моделювати нейрони за допомогою

транзисторних систем, а єдине, чого вдавалося досягти, так це те, що кожен окремих нейрон моделювався на рівні програмного забезпечення.

Відштовхуючись від описаних недоліків, американські вчені для того, щоб наблизити потенціал штучних обчислювальних систем до потенціалу нейрона, запропонували принципово нову схему електронного обчислювального пристрою, інформація в якому зберігається і оброблюється в одних і тих же осередках – так само, як це відбувається в нейронах мозку. Принципова відмінність нового обчислювального пристрою від транзисторних комп'ютерів полягає в тому, що зберігання і опрацювання інформації в ньому не розділене просторово, а здійснюється в одних і тих же осередках. Саме так влаштована робота мозку людини і будь-якої нервової мережі.

У мозку на рівні нейрона одночасно відбувається підсумовування сигналів, що надходять від багатьох інших нейронів, і формування пам'яті про вже проведені імпульси. В основі цього процесу лежить синаптична пластичність – властивість нервових контактів при частому використанні працювати все краще.

Носієм синаптичної пластичності в новому комп'ютері можуть бути мем-провідники (так звані прилади, що «пам'ятають»): особливі резистори, конденсатори і котушки. Перший з них – мемристор – було теоретично описано ще сорок років тому, проте створити його вдалося тільки у 2008 році. Мемристор є резистором, що змінює свій опір, залежно від сили струму, що проходив через нього у минулому, зменшуючи опір залежно від тривалості та повторюваності проходження струму через нього. Автори розробки стверджують, що сполучаючи і комбінуючи мем-прилади можна отримати обчислювальну машину, потужність якої не обмежується постійним перекиданням даних із пам'яті в процесор і назад, основу якої становитимуть нейристори [4].

Нейристори можна розглядати як удосконалений варіант мемристорів. Вони становлять інтерес не лише для дослідницьких робіт, але й для розробки нейрокомп'ютерів. Вони найточніше відтворюють особливості передачі нервового імпульсу за допомогою потенціалу дії.

Дослідники розраховують отримати за допомогою нейристорів можливість моделювати більше варіабельне співвідношення станів – так званий нейронний код. Фізичною основою такої здатності є властивість гістерезису, властива як нервовим клітинам, так і мемристорам. У тих і інших відповідь на зовнішню дію залежить не лише від поточного стану, але й від поведінки всієї системи у минулому. У разі мемристора його опір залежить від попередньої величини прикладеної до нього напруги [1].

Подібно до нервової системи, велика група нейристорів зможе демонструвати деяку подобу варіабельної. Це досягатиметься за рахунок природного розкиду параметрів компонентів і динаміки умов їх роботи.

З усім описаним нейрокогнітивним потенціалом, людський мозок становить собою одну з найскладніших систем у відомій нам частині світобудови. Створення обчислювальних мемкомп'ютерних систем, що здатні емулювати роботу нейронів та синаптичної пластичності, дає змогу

ближче підійти до розуміння роботи мозку, не як до ансамблю двох множин: нейронів і синапсів. Яким чином цей ансамбль нейронів та синапсів здатний породжувати свідомість, розум і весь суб'єктивний світ? Чи можна змодельовавши роботу мозку за допомогою мемристорів відтворити суб'єктивний світ і почуття?

З часів Декарта ця загадка не давала спокою філософам, науковцям, експериментаторам. XXI ст. було оголошено науковим співтовариством США і Європи «століттям мозку». Методи вивчення мозкової активності навіть близько не відповідають рівню складності мозку. У 2005 р. журнал Science, відзначаючи 125-річчя, опитав провідних учених світу про головні проблеми, які наука має вирішити в найближчу чверть століття. Перші місця зайняли два питання: «З чого складається Всесвіт?» і «Яка біологічна основа свідомості?».

Минуло ще вісім років, і настав час нової спроби, набагато масштабнішої, ніж усі попередні. Після століть експериментів і вдосконалення методів наука про мозок з грандіозним технопарком NBICS-технологій усе ближче приступає до рішучого штурму цієї проблеми. Після того, як у межах проекту «Геном людини» вчені каталогізували гени людини, другим за масштабністю став проект «Коннектом людини».

Сам термін «коннектом» (від англ. Connect – з'єднувати, зв'язувати) виник у 2005 р. і ним позначили повний опис структури зв'язків у нервовій системі людини. Цей рік прийнято вважати зародженням ще однієї мегамедіанауки, коннектоміки – комп'ютерного аналізу будови природних нейронних мереж, свого роду картографування нейронних зв'язків. Після завершення проекту вчені розраховують отримати багатозарову карту мозку, яка покаже взаємозалежності між генотипом людини, її поведінкою і нейронними зв'язками [2]. Мемристорні технології і є власне дзеркальним відображенням розроблення конектому людського мозку. Ці два проекти по суті працюють над одним завданням – завданням створення нейрокомп'ютерних гаджетів, здатних наблизитися по функціоналу до мозку, а можливо і перевершити цей продукт природи та еволюції.

Надзвичайно дорогі та складні дослідження мають проводитися з благими намірами. Дослідники намагаються отримати інструмент, який допоможе зрозуміти причини збоїв у роботі мозку людини. На думку дослідників, коннектом сприятиме нашому кращому розумінню мозку здорової дорослої людини. Наукове співтовариство буде зосереджено на виявленні взаємозв'язків між архітектурою нейронних зв'язків і поведінкою окремої людини. Це закладе основу для майбутніх проектів із вивчення змін схем мозку, що лежать в основі широкого спектра його захворювань, від яких сьогодні страждають люди [3; 5]. Однак цілком закономірно постає питання, що чекатиме людство, якщо хтось скористається досягненнями цих учених для того, щоб, навпаки, цілеспрямовано створювати такі розлади і маніпулювати людьми, на свій розсуд преображати людство? І якою буде людина в цю нову епоху, коли святая-святих, людська свідомість, буде повністю оголена та картографована перед наукою?

Коннектоміка, поширена серед деяких вчених, несе досить небезпечну ідею: ми – це наш коннектом. Усі наші думки, дії, почуття, наше унікальне «Я» хочуть звести до стану нейронів нашого мозку і зв'язків між ними. Зважаючи на те, що коннектом формується і змінюється з отриманням життєвого досвіду, він за прогнозами науковців буде найскладнішою та найціннішою з коли-небудь бачених карт інформації.

Стратегії творців коннектоміки звучать дуже фантастично, але в недалекому майбутньому, з усім своїм соціогуманітарним функціоналом обіцяють стати нашою реальністю.

Вчені та корпорації-медіагіганти працюють над створенням функціонального коннектома – моделі нервової системи, на якій видно, як нейрони обмінюються імпульсами в реальному часі. На основі функціонального коннектому планується створити когнітивний комп'ютер – пристрій, здатний навчатися і аналізувати дані. Щоб створити таку машину, намагаються розробити принципово нову комп'ютерну архітектуру, яка імітує мозок. Тому когнітивні комп'ютери ще називають нейроморфними комп'ютерами. Електроніка, що здатна навчатися – важливий і досить суперечливий, з позицій безпеки, етап розвитку медіатехнологій, може змінити всю розстановку сил у світі співіснування техніки та людини.

В основі функціонування таких когнітивних гаджетів лежатимуть мемристори – елементи мікроелектроніки, здатні міняти свій опір під дією струму, що проходить. Чим більше було імпульсів від одного мемристора до іншого, тим краще «асоціативний» зв'язок між ними. З таких елементів, що моделюють нейрони і синапси, мають складатися нейроморфні комп'ютери. Є й інші назви для базових елементів нейрокомп'ютерів, наприклад, когнітивні чіпи або когнайзери.

Наступним етапом перетворення медіасередовища може стати нейронет – гіпотетична мережа майбутнього, яка зможе зв'язати між собою мозок, і за допомогою нейроінтерфейсу дати можливість подумки керувати зовнішніми об'єктами. Нещодавно було здійснено перше таке з'єднання між мозком двох щурів.

Вважається, що завдяки новітнім NBICS-технологіям усе це може стати реальністю вже до кінця століття. Упродовж цього терміну будуть визначені функції кожного синапсу і нейрона, побудована комп'ютерна модель свідомості. Незважаючи на те, що завантаження свідомості є складною технічною задачею, її можна буде вирішити без розробки науки або технології, що принципово відрізняється від уже існуючих.

Він полягає в наступному: нас доставлять до лікарні і помістять в так званій анабіоз. Стан свідомості при цьому збережеться. Наступний етап – розрізання мозку по шарах і фіксація стану кожного синапсу і нейрона до того, як вони розпадуться. Далі в тканини мозку буде введений метал, що виконує функції фарбування і фіксації. Уся вода, що міститься в мозку, буде замінена пластиковою смолою, яка зможе захистити нервові клітини на нанорівні. Це – реальний спосіб отримати карту коннектома. До того ж, пластинація збереже стан нервів, тому мозок зможе бути підключений до організму-робота.

Адепти коннектом-технологій акцентують увагу на тому, що коннектоміка – це не кріоніка, де шанс на виживання не перевищує однієї тисячної відсотка. Для збереження мозку і свідомості вже сьогодні є вагомі наукові обґрунтування.

У майбутньому, яким його бачать творці NBICS, біотехнології та нанотехнології дадуть нам можливість на молекулярному рівні змінювати свої тіла й навколишній світ, як нам заманеться. Людський геном зробиться просто однією з комп'ютерних програм, що підлягають тестуванню та оптимізації, а за потреби – переробці. Люди будуть помирати, лише якщо самі того побажають. Ми зможемо вселитися в тіла безсмертних роботів і вирушити на край всесвіту. «Через кілька століть людський розум перебуває і наповнить собою всю матерію всесвіту». Таке, вважає Курцвейл, «наше призначення як біологічного виду», – пише автор [6].

Локомотивом для медицини і всієї економіки може стати розробка нанороботів, які знадобляться для того, щоб відстежувати активність кожного нейрона. Подібні наномашини зможуть ремонтувати організм на клітинному рівні, а надалі, подібно бактеріям, заповнять наш світ, зробивши його розумним і керованим. Хто в цьому новому розумному наносвіті буде головним? Як це позначиться на людині, як вона зміниться, коли наномашини отримують повний доступ до нашого мозку, свідомості? Складне і суперечливе питання, що нависло над майбутнім людства.

Ще більш масштабними наслідками загрожує створення нейроморфних комп'ютерів, що імітують функції мозку людини. Бізнес зацікавлений у розробці нових інструментів маніпулювання людиною, її свободою. Так, IBM надала суперкомп'ютер Blue Gene і спонсорувала відразу кілька проєктів реконструкції мозку. Потреба в нейроморфних, або, як їх ще називають, когнітивних комп'ютерах, дуже велика і є одним з головних двигунів «нової космічної гонки».

«Нам потрібні когнітивні комп'ютери не для того, щоб вони замінили людей, – стверджує Джон Келлі, директор з досліджень IBM, – а для того, щоб ми змогли вижити у світі гігантських обсягів даних» [7]. Втім, замінити людей розумні нейророботи теж зможуть. І тоді, щоб не стати домашніми тваринами суперкомп'ютерів, людям доведеться створювати підсилювачі свого мозку.

За прогнозами науковців, нас чекає нова науково-технологічна революція, доба сингулярності – гіпотетичний момент, після якого машинне мислення пережене біологічне, і технічний прогрес стане настільки швидким і складним, що виявиться недоступним для людського розуміння. Створюючи такі могутні медіатехнології, ми не знаємо, як вчинить високорозвинений штучний інтелект – можливо, він не захоче конкурувати з людьми за ресурси. Одне із завдань, що стоїть перед соціальними інститутами в цій гонці – гарантувати, що штучний інтелект буде налаштований доброзичливо.

Водночас вважається, що спроби відтягнути наступ медіатехнологій шляхом їх заборони не тільки марні, але й аморальні і, можливо, небез-

печні: вчених просто заженуть у підпілля, і зі створенням захисних механізмів виникнуть проблеми.

**Висновки.** Прогнози Рея Курцвейла вже не здаються такими фантастичними і потрібно бути готовим до того, що наближається час, коли буде створено штучний неокортекс, що радикально розширює можливості нашого інтелекту. Носити його з собою не доведеться: мізки людей і комп'ютерів зв'яже нейронет – мережа, яка стане наступним кроком у розвитку нейроінтерфейсу та інтернету розумних речей. Настане час симбіозу біологічного та штучного життя. За таких обставин існування людини як біологічного виду може закінчитися, почнеться історія постлюдства.

З огляду на зазначене вище, подальші дослідження розвитку коннектом-технологій та мемристорної електроніки в області комп'ютерного моделювання свідомості є перспективними.

### Список літератури

1. Bio-Inspired Computing with Resistive Memories – Models, Architectures and Applications. Wu Q., Liu B., Chen Y., Li H., Chen Q., Qiu Q. IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), pp.4, 1st June 2014.
2. Correction: The Interscutularis Muscle Connectome. Lu J, Tapia JC, White OL, Lichtman JW. PLoSBiol 7(4): 2009. – P. 34.
3. Mapping the Structural Core of Human Cerebral Cortex. Hagmann P, Cammoun L, Gigandet X, Meuli R, Honey CJ, et al. PLoSBiol 6(7):2008. – P. 159.
4. Memristor: Part I. The Underlying Physics and Conduction Mechanism. Mazady A., Anwar M. Electron Devices, IEEE Transactions on, vol., no., p.8, 25th February 2014.
5. The human connectome: A structural description of the human brain. Sporns O, Tononi G, Kötter R. – PLoS Computational Biology 1: 2005. – 42 p.
6. The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology. Front Cover • Ray Kurzweil. Penguin, Sep 22, 2005 – Social Science. – 672 p.
7. Smart Machines: IBM's Watson and the Era of Cognitive Computing. John E. Kelly III, Steve Hamm – Columbia University Press. – 160 p.
8. Switching Mechanism in Au Nanodot-Embedded Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Memristors. Hota M.K., Bera M.K., Maiti C.K. Journal of Nanoscience and Nanotechnology, vol.14, no. 5, p. 3538–3544, May 2014.

*Рассмотрены причины и социогуманитарные последствия изменения транзисторной парадигмы развития электроники. Определены научно-технический потенциал и прогнозируемые антропосферные угрозы внедрения мемристорной электроники. Сосредоточено внимание на связи мемристорной парадигмы электроники с реализацией проекта «коннектом».*

***Транзистор, нейристор, мемристор, коннектом, нейрон, си-наптическая пластичность, когнитивные гаджеты.***

*The causes and consequences of changes in socio-humanitarian development paradigm transistor electronics. Defined scientific and technological potential and projected threats of antroposphere in the implementation process of memristor's electronics. Focuses on the*

*communication paradigm memristor's electronics with the project "Connectome".*

*Transistor, neuristor, memristor, connectome, neuron, synaptic plasticity, cognitive gadgets.*

УДК 1: 001.8: 517.44

## **ІСТОРИЧНІ ВИТОКИ СУЧАСНОГО МЕТОДОЛОГІЧНОГО ДИСКУРСУ ПРО ІНТЕГРАЛЬНИЙ ПІДХІД**

***О. В. Жуленков, аспірант\*,  
Інститут філософії імені Г. С. Сковороди НАН України***

*Проаналізовано тенденцію до інтеграції різних сфер людського буття – науки, бізнесу, політики, релігії, філософії, мистецтва, етики.*

*Інтегральний підхід, трансдисциплінарність, мистецтво, релігія, бізнес, наука.*

Інтегральний підхід до набуття досвіду (інтегральна культура людської діяльності) – це підхід, який об'єднує різні способи набуття досвіду і спрямований на максимальний синтез, взаємодію та взаємопроникнення всіх сфер людського життя. У цій роботі термін «інтегральний підхід до набуття досвіду» буде використано для аналізу тенденції останнього століття – наростання взаємозв'язків між різними областями людського життя, які раніше вважалися відокремленими, об'єднання цих областей. Така тенденція до інтеграції проявила себе в науці як збільшення кількості міждисциплінарних, мультидисциплінарних та трансдисциплінарних досліджень. Другим проявом цього інтегрального тренду є процес взаємопроникнення науки, мистецтва та містицизму. Інтегральний підхід, у нашому розумінні, є складним емерджентним утворенням, яке включає в себе два вищеперелічені (а також багато інших) феномени.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Інтегральна культура поступово проникає у свідомість сучасної планетарної цивілізації, змінює всі аспекти людської життєдіяльності. Наука, мистецтво, мораль, філософія, містицизм, бізнес, політика – усі сфери людського життя поступаються своєю автономією та вступають у тісну співпрацю, у процесі якої вони взаємодоповнюють та взаємозбагачують одна одну. Ця тенденція призвела до виникнення таких організацій, як Інтернаціональний Центр Трансдисциплінарних Досліджень (або CIRET, заснований у 1987 р.), Планетарний Колегіум (заснований у 1994 р.) та Інтегральний Інститут (заснований у 1998 р.).

---

\*Науковий керівник – доктор філософських наук, професор В. С. Лук'янець