DOI: <https://doi.org/10.15407/emodel.43.03.087>
УДК 004.8; 165.12; 608.17

Г.О. Кравцов¹, канд. техн. наук, **Н.В. Кравцова**², канд. фарм. наук,
О.В. Ходаківська², канд. фарм. наук, **В.В. Нікітченко**¹, аспірант, **А.Н. Примушко**³

¹ Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Е. Пухова НАН України
Україна, 03164, Київ, вул. Генерала Наумова, 15

hryhoriy.kravtsov@gmail.com; v.nikitchenko.ua@gmail.com

² Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця
Україна, 01601, Київ, б-р Тараса Шевченка, 13
kravtsova.natally@gmail.com; olga.hodakovskai@gmail.com

³ Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»
Україна, 03056, Київ, пр-т Перемоги, 37
arsentiy.prymushko@gmail.com

Математика мозку і мова. I

Розглянуто як основну гіпотезу щодо можливості створення математики мозку твердження про те, що гіпотетичну основу будь-якого контексту мислення в першу чергу формує система аксіом, яка є фундаментом абстрактного мислення, що реалізується чи матеріалізується за допомогою використання певної мови. Досліджено проблему можливості застосування мови як основного інструменту культурної спадковості і сформовано програму досліджень, в яку включено наступне: розробка уніфікованої онтології, що описує предмети, дії, якості і відношення; дослідження природи контексту і подання його однозначними концептами уніфікованої онтології; визначення застосовності дій щодо предметів як частково-визначених функцій до математичних категорій; модель суб'єктивного вибору семантичних категорій за релевантністю у визначеному контексті. Стверджується, що основним застосунком математики мозку є моделювання когнітивних механізмів сильного штучного інтелекту.

К л ю ч о в і с л о в а: мозок, сильний штучний інтелект, мова, система аксіом, об'єктивна реальність, внутрішній світ, математичне моделювання.

Сучасний розвиток світової науки нерозривно пов'язано з вивченням мозку. Посилаючись на авторитетних вчених, відомий нейрофізіолог К. Анохін [1] стверджує, що «ми і досі не усвідомлюємо принципів роботи мозку, у нас є більш-менш вірогідні припущення. Це призводить до необхідності створення фундаментальної теорії мозку. За нашими пере-

© Кравцов Г.О., Кравцова Н.В., Ходаківська О.В., Нікітченко В.В., Примушко А.Н., 2021

конаннями, теоретична фізика і математика мозку може бути найважливішим учасником в цьому процесі».

Позицію К. Анохіна в частині неусвідомлення роботи мозку поділяє провідний британський нейрохірург Г.Т. Марш [2]. Порівнюючи машинне навчання, в якому використовується велика кількість даних, зі спроможністю людського мозку навчатися на одиничних прецедентах, Г. Марш заявляє: «Ми навіть не почали усвідомлювати, як людський мозок досягає цього». Більш того, Г. Марш в зазначеній лекції визнає, що сучасні інвестиції в розбудову коннектому, який є повним описом структури зв'язків нервової системи організму, можуть стати вельми сумнівними і тривати десятки років. Термін «коннектом» запропоновано в 2005 р. дослідниками О. Спорнсом [3] і П. Хегменном [4] незалежно один від одного.

Мозок людини, за останніми даними, містить від 86 до 100 мільярдів нервових клітин і в десятки тисяч разів більше з'єднань. Вважається, що з'єднання між нейронами містять багато аспектів людської індивідуальності, а саме особистість та інтелект. Тому опис коннектома людини може стати значним кроком до усвідомлення багатьох розумових процесів. Визначення коннектома хробака-нематоди (*Caenorhabditis elegans*) зайняло більше 12 років наполегливої праці [5]. Задля визначення коннектому мозку, який можна порівнювати з людським, необхідні більш розвинуті технології, що дозволить збільшити швидкість визначення коннектомів. І навіть якщо вибудувати всю структуру зв'язків, що з нею робити? Сумнівно, що хто-небудь буде здатний усвідомити всі мільярди з'єднань в головному мозку людини.

Отже, знадобляться алгоритми для аналізу коннектому. І знову виникають питання, що шукати і як цим зв'язкам надати семантику? Ці питання змушують поділяти сумніви Г.Т. Марша [2] стосовно доцільності розбудови коннектому людини. К. Анохін [1] формулює вимоги до фундаментальної теорії мозку, поділяючи їх на загальні і спеціальні. До загальних вимог віднесено необхідність:

- роз'яснення всіх наявних фактів;
- мінімальний набір аксіом, принципів і постулатів.

Спеціальні вимоги спрямовано на пошук відповідей на три найважливіші біологічні питання, а саме мінімально необхідні:

- як мозок влаштований?
- як мозок працює?
- як він виник, зокрема в процесі еволюції, під час індивідуального розвитку і в процесі навчання?

Водночас, К. Анохін [1] приписує до спеціальних вимог фундаментальної теорії мозку необхідність пояснити свідомість, називаючи цю вимогу головною проблемою (the MAIN problem).

Вивчення мозку тісно пов'язано з прагненням людства створити сильний штучний інтелект [6, 7]. Яскравим представником вчених, що намагаються створити математичні моделі мозку на основі теорії автоматів, нейронних мереж, математичної логіки і кібернетики, є відомий вчений М. Арбіб [6]. Він докладно розглядає результати двох основних напрямків в кібернетичному дослідженні мислення: теорії штучного інтелекту і теорії конструювання роботів.

Відома нейрофізіолог і лінгвіст Т. Чернігівська [7] стверджує, що спроба побудувати штучний інтелект подібним до людського мозку є «поганою позицією». Трохи раніше Т. Чернігівська ставить питання: «Чи ми можемо там (в мозку — примітка авторів) побачити те, що ми шукаємо — етику, когнітивні спроможності?», і приходить до висновку, що це неможливо [8]. Її позицію поділяє відомий вчений О. Потапов [9], розглядаючи мозок як орган, в якому міститься свідомість людини: «Коли нейрохірург відкриває і вивчає мозок, свідомість — як нематеріальне явище, природно, він там побачити не може. Але може побачити тканини мозку, сіру і білу речовини мозку. Функціонування мозку — дуже непростий процес, що включає в себе електрохімічні явища, які забезпечуються складними системами метаболізму, кровообігу, ліквороциркуляції. Все це разом формує складну інтегративну функцію мозку — свідомість».

На початку грудня 2019 року у Москві під головуванням К.В. Анохіна відбулася конференція «Theoretical physics and mathematics of the brains: Bridges across disciplines and applications», на якій автор когнітому [1] закликав математиків і фізиків-теоретиків допомогти нейронаукам вийти «з глухого кута». Задовго до проголошення заклику К.Анохіна до математиків і фізиків відомий нейропсихолог А.Р. Лурія [10] висловив впевненість в тому, що поведінку людини буде описано в математичних поняттях.

Зрештою, вчені дійшли єдиної думки, що людський мозок являє собою нейронну гіпермережу [1, 7]. Але для того щоб нейрофізіологам усвідомити, як людський мозок формує і зберігає інформацію, потрібно розуміти, що шукати. Нейрофізіологи мають складне завдання. Оскільки не існує чіткого бачення або хочаб якоїсь стрункої теорії про функціонування мозку, вони не знають, що шукати, і тому вимушені будувати свої теорії на кореляціях [8].

Як відомо, кореляція вказує на факт зв'язку її гіпотетичної природи і її сили, де слово «гіпотетичної» свідчить про незнання істинної природи. Саме це розуміння спонукало К. Анохіна звернутися до фізиків і математиків. Редукціоністський підхід, за своєю суттю, не може бути результативним щодо цих питань, оскільки розумові процеси властиві мозку в цілому, а не окремим клітинам, які його утворюють.

Рис. 1. Мапа доктрин досліджень сильного штучного інтелекту [11]

Будемо вважати, що звернення до фізиків і математиків було, в першу чергу, мотивовано традиційними строгістю і однозначністю положень цих наук, які спираються на системи аксіом. Це припущення зумовлено тим, що серед сформульованих К. Анохіним [1] вимог до теорії розуму є «мінімально необхідний набір аксіом, принципів і постулатів» нової теорії.

К. Перес [11] пропонує розглядати вчених, які вивчають питання, пов'язані з розумом і штучним інтелектом, а також їх колективи, в чотирьох площинах: функціоналісти (functionalist), енактивісти (enactivist), формалісти (formulaic), натуралісти (organic) (рис. 1).

Натуралізм є філософським напрямком, в якому природа розглядається як універсальний принцип роз'яснення всього сущого [1—9]. І, навіть якщо визнати, що натуралістичний підхід є єдиною вірною доктриною розбудови сильного штучного інтелекту, то такий підхід буде антропоцентричним з причин, описаних С. Грінфілд у роботі [12], де констатовано, що будь-які дослідження, здійснені нейробіологами з тваринами, не можуть бути застосовні до людини. Водночас, С. Грінфілд підкреслює, що «індивідуальний досвід набуває все більшого значення для формування нейронних конфігурацій в мозку, зрештою, надаючи нам, людям, здатність до унікального сприйняття світу».

Кажучи про антропоцентричний підхід щодо розбудови сильного штучного інтелекту, треба зважати на те, що сильний штучний інтелект повинен бути здатним до комунікації з людиною у вигляді, максимально адаптованому до способів природної комунікації між людьми, та за допомогою звичних мов, образів і звуків, що мають змістовний сенс у культурному контексті.

Енактивісти стверджують, що пізнання являє собою не зображення у свідомості суб'єкта зовнішнього відносно нього світу (репрезентаціоналізм — парадигма, що наразі домінує в когнітивній науці і епістемології), а процес формування світу через взаємодію між розумом, тілом і зовнішнім середовищем. Основою енактивізму є досвід. Енактивізм базується на філософії неподвійності, що долає протиставлення суб'єкта і об'єкта, тіла і свідомості, організму і зовнішнього середовища, життя і пізнання, реального і віртуального [13].

Математичний формалізм є одним з основних напрямків математики. Його представники, зокрема Д. Гільберт [14], вважають, що кожний розділ математики може бути підданий повній формалізації і викладений у вигляді формальної системи, що розвивається згідно з деякими визначеними правилами. При цьому гарантією правомірності існування і вивчення будь-якого розділу математики має бути не інтерпретація його в термінах деякої зовнішньої відносно нього дійсності, а винятково його не-суперечливість. Ці тези пов'язані з далекосяжними наслідками лише тих розділів математики, які оперують з будь-якою формою поняття нескінченності.

Послідовне формулювання концепції математичного формалізму виникло саме як одна з реакцій на парадокси, виявлені в рамках теорії множин. Ця концепція полягає у твердженні про змістовну істинність «фінітних» (тобто таких, що змістовно інтерпретуються, не використовуючи поняття нескінченності) висновків математичної теорії, якщо не-суперечливість цієї формалізованої теорії доведено фінітними засобами. Незважаючи на те що традиційно в філософії математики методологічний напрямок Д. Гільберта в обґрунтуванні математики прийнято називати формалістським, в дійсності програма з назвою «Теорія доказів» краще відтворює світогляд Д. Гільберта і його послідовників як основний напрямок обґрунтування сучасної математики, ніж просто формалістичне розуміння математичного знання [15].

Функціоналізм [16] — одна з провідних теорій сучасної філософії свідомості, що виникла як альтернатива теорії ідентичності і біхевіоризму. Функціоналізм має витоки з філософії Аристотеля, Томаса Гоббса і Вільяма Джеймса, однак як самостійна теорія він сформувався наприкінці XX століття. Основна ідея функціоналізму полягає в тому, що пси-

хічні стани є не фізіологічними станами і не феноменальними властивостями, а функціями, що визначаються в каузальному ланцюгу переробки інформації, який складається із входу, послідовності причинно пов'язаних одне з одним психічних станів і виходу.

Функціоналізм являє собою спробу сформувати наукову психологію без розгляду проблеми душа—тіло. Він займає зовнішньо нейтральну позицію відносно матеріалізму і дуалізму. У відповідності до функціоналістського підходу свідомість може існувати без мозку, оскільки каузальний ланцюг може бути реалізованим в будь-якій складній системі, в тому числі і в нематеріальній. Разом з тим, велика кількість функціоналістів є матеріалістами. Функціоналізм дуже добре відповідає сучасній науковій методології, через що він не тільки став одним з найбільш впливових напрямків в філософії свідомості (поряд з фізикалізмом і антифізикалізмом), але і отримав статус філософського підґрунтя когнітивної науки.

Зазначене словосполучення «математика мозку» поки що не має узгодженого тлумачення [17]. Оскільки математика — це і формальна мова, і апарат, що має теоретичне і прикладне значення для людства, можна стверджувати, що математика мозку як формальна система еквівалентна формальній системі мови, яка є способом бачення світу [18]. Відстежується цікава паралель: математика є не тільки способом моделювання (як математичний апарат), а і способом бачення об'єкта, що моделюється (як формальна мова).

Згідно з роботою [19] мова створювалася як засіб мислення, що правда у роботі [20] стверджується, що «різноманітні види значень, вкладені в слова, можливо зрозуміти лише в тому випадку, якщо ми попередньо усвідомимо собі, що відбувається в наших думках, тому що слова були винайдені тільки для того, щоб передавати наші думки». Дискусія щодо призначення мови не залишає байдужим жодного дослідника, що так або інакше дотичний до вивчення феномену мови. Долучимось до цієї дискусії та спробуємо визначити аспект, який потенційно може допомогти вирішити суперечку раз і назавжди, а саме визначити внутрішній діалог, що досліджується в психології.

А.В. Россохін [21] визначив внутрішній діалог як «інтрапсихічний процес, що протікає в мовній діалогічній формі, яка спрямована на вирішення інтелектуально-неоднозначної, особисто- і емоційно-значущої, конфліктної проблематики». Г.М. Кучинський [22] розглядає внутрішній діалог як одну з форм спілкування людини з самим собою, де вона (людина) виступає обов'язковим компонентом продуктивного розумового процесу. Теоретичний аналіз [23] психологічно-філософських праць формує уявлення про внутрішній діалог, як про феномен свідомості, самосвідомості, мислення і мови. Зважаючи на проблему the MAIN problem,

сформульовану К. Анохіним [1], сформовано програму досліджень починаючи з математичної теорії мови і закінчуючи описом механізму формування і розвитку свідомості мовою математики.

Беручи до уваги позиції Р. Бервіка і Н. Хомського [19], висунемо таку гіпотезу: якщо існує шлях побудови математики мозку, то в такій конструкції як у відправній точці або первинному матеріалі можна буде використовувати деяку мову та її семантику, що виявляють свою суть виключно в комунікаціях, будь-то внутрішніх чи зовнішніх по відношенню до деякого суб'єкту. Якщо припустити, що математика мозку може бути ядром технології штучного інтелекту, то комунікація між людьми і сильним штучним інтелектом буде здійснюватися виключно натуральною мовою, тому що не всі люди мають здібності до вивчення та використання формальних мов, наприклад мов програмування.

Важливим аргументом для підтвердження висунутої гіпотези можна вважати позицію А. Лурії [10]: «в результаті суспільної історії мова стала вирішальним знаряддям людського пізнання, завдяки якому людина змогла вийти за межі чуттєвого досвіду, виділити ознаки, сформулювати відомі узагальнення чи категорії». З наведеної цитати випливає два важливих міркування.

Перше міркування стосується виходу людини за межі чуттєвого досвіду, що вказує на мову як інструмент, який може бути використано без чуттєвого досвіду як такого і наближає до ідеї сильного штучного інтелекту, для якого чуттєвий досвід є відкритим питанням.

Друге міркування ґрунтується на фрагменті «виділити ознаки, сформулювати відомі узагальнення або категорії» і явно вказує на процес побудови онтологій. Підтвердженням даного міркування є слова самого А. Лурія [10]: «Людина відрізняється від тварин наявністю мови як системи кодів, що означають предмети і їх відношення, за допомогою яких ці предмети вводяться в певні системи або категорії». Кажучи про слова як складові мови, А. Лурія констатував, що «слово дійсно означає предмет, дію, якість або відносини». Такий розподіл має психолінгвістичний фундамент і зобов'язаний знайти своє відображення при розбудові онтологій, зокрема комп'ютерних, які і повинні стати «системою координат» для штучного інтелекту.

Можна стверджувати, що будь-яке мислення є контекстозалежним, і під контекстуальністю чи обумовленістю контекстом слід розуміти деяку умову осмисленого використання конкретної мовної одиниці з урахуванням суб'єктивного сприйняття в деякому зовнішньому оточенні. І для цього є вагомі чинники. Так, А.Р. Лурія був категоричним відносно контексту [10]: «Слово народжується з симпрактичного контексту». (Симпрактичного — пов'язаного з конкретними практичними ситуаціями).

Він пише: «Основним процесом, який характеризує акт розуміння, є спроба розшифрувати значення всього повідомлення, те, що створює його загальну зв'язність чи його внутрішній зміст і надає повідомленню глибину, або «підтекст». Ці спроби завжди спрямовані на пошуки контексту вислову, який сприймається, без якого ні розуміння цілого тексту, ні правильна оцінка елементів, що входять до його складу, неможливі». Посилаючись на інших відомих вчених, А. Лурія констатує: «Не існує ніяких вільних від контексту висловів».

При розбудові математичного апарату, котрий міг би претендувати на гучну назву «математика мозку», необхідно висунути твердження, що очікуване підґрунтя будь-якого контексту мислення в першу чергу формує система аксіом, яка є фундаментом абстрактного мислення, що реалізується чи матеріалізується за використання певної мови. В роботі [24] надано досить короткий аналіз математичних теорій, які вибудовано на компактному наборі аксіом та є проекцією абстрактного мислення в математиці. Серед них особливе місце займає теорія категорій [25].

Ідея застосування теорії категорій для оперування знаннями, поданими у вигляді концептів комп'ютерних онтологій, не нова. В.А. Лапшин [26] пише, що «будь-яку теоретико-множинну конструкцію можливо визначити за допомогою інструментарія теорії категорій, в тому числі через набір об'єктів, якими оперує дана конструкція, і набір морфізмів між цими об'єктами. Такі відтворення бувають вельми неочікуваними і найчастіше корисними для висвітлення даної математичної конструкції. Поняття категорії лежить в основі будь-якої теоретико-множинної конструкції, що і визначило назву даного математичного формалізму, тобто категорія є основою математичних побудов так само, як філософські категорії Канта і Аристотеля для онтологічних теорій цих філософів».

В теорії категорій можливо визначити аналоги різних операцій з множинами, такими як декартовий добуток множин чи їх перетин. Декартовий добуток $X \times Y$ — це також і множина, в даному випадку множина пар, а значить, об'єкт категорій множин. Для будь-яких двох множин існує їх декартовий добуток. Тому декартовий добуток можна подати як спеціальну операцію, за допомогою якої можна співставити будь-яким двом об'єктам категорії третій об'єкт.

Такі операції називаються універсальними конструкціями або межами. Для множин можливо визначити їх декартовий добуток, суму, зв'язання в ступінь та інші операції. Категорія, в якій для об'єктів визначено всі операції, котрі є інакшими для звичайних множин, називається топосом. Таким чином, топос являє собою категорійне поняття «множина всіх множин» або, як кажуть математики, — універсума.

Об'єкти топоса визначаються не за змістом (як множини), а за взаємовідношенням з іншими об'єктами. Топос добре підходить для мо-

делювання онтологій, в яких поняття задаються за допомогою неповних типів. Поняття можна подавати як об'єкти певного топосу, а різні співвідношення між ними — у вигляді морфізмів. Нові поняття можна створювати за допомогою універсальних конструкцій. У спеціалістів, які глибоко не занурені в зазначені основи математики, може виникнути сумнів у тому, що теорію категорій можна застосовувати для вирішення логічних задач. Як контраргумент можна використати, зокрема, роботу [27]. В даному випадку аксіоматика зазначених теорій розглядається як аксіоматика математики мозку.

У запропонованій програмі досліджень використовуються досягнення філософії, зокрема позиція Г. Лакоффа [28, 29] про існування реального світу. Як наслідок базовим контекстом мислення вважається простір Мінковського — чотиривимірний псевдо-евклідовий простір сигнатури $(1; 3)$, запропонований як геометрична інтерпретація простору-часу спеціальної теорії відносності для відтворення фізичної реальності.

Г. Лакофф використовує термін емпіричний реалізм, що підкреслює розділення емпіричного характеру з об'єктивізмом через наступне: прихильність до існування реального світу; визнання того, що реальність накладає обмеження на поняття; концепція істини, що виходить за межі простої внутрішньої узгодженості; прихильність до існування стабільних знань про світ. Г. Лакофф постулює, що фундаментальними елементами процесу мислення є категорії і ментальні моделі, які оперують ними.

Полеміка щодо існування об'єктивної реальності продовжується. Як приклад розглянемо мислений експеримент, описаний у роботі [30]. Друг Вігнера робить вимірювання квантової системи, що перебуває в стані квантової суперпозиції. В результаті цього вимірювання настає колапс і отримується певний результат. Але сам дослідник про нього не знає. Тому для нього система, як і раніше, перебуває в стані суперпозиції. Що ж відбулося насправді? Був колапс чи ні? Якщо друзі не спілкуються між собою, то кожен має свою «об'єктивну» реальність.

Для того щоб дати інтерпретацію парадокса друга Вігнера, треба дати визначення контексту спостереження, який, по суті, є контекстом мислення. Але щоб охарактеризувати будь-який контекст мислення, необхідно мати суб'єкт мислення і об'єкт мислення. І одразу виникає питання стосовно співвідносин між контекстом, суб'єктом і об'єктом.

Проблема суб'єкта і об'єкта розглядається у філософії в межах пізнавальної діяльності [31]. Теорія пізнання або гносеологія відповідає на питання: що таке пізнання, які його основні форми, які закономірності переходу від незнання до знання, що таке суб'єкт і об'єкт пізнання, яка структура пізнавального процесу, що таке істина і який її критерій, а також на багато інших.

Об'єктивістська теорія пізнання подає мислення абстрактними символами, які отримують своє значення через співвіднесення з сутностями і категоріями у світі, знання надається як правильна, чітка категоризація і концептуалізація речей і відображень об'єктивних зв'язків між цими речами [32]. Світ при цьому абсолютно не залежить від суб'єкта, який пізнає, він існує самостійно, незалежно від людського пізнання. Це підтверджує очевидність факту, що пізнання як процес включає в себе мислення.

Беручи до уваги твердження І. Канта, що не існує об'єкта без суб'єкта, С.А. Лебедев [31] намагається дати узагальнений опис тої пізнавальної ситуації, в якій знаходиться реальний суб'єкт пізнання, стверджуючи, що така пізнавальна ситуація складається з двох основних елементів: предмета пізнання і умов пізнання. Він пише: «В об'єктивованій мові умови пізнання можуть бути узагальнено названі «когнітивною системою відліку». Зміст цієї системи утворює сукупність визначених передумов філософського («метафізичного»), історичного, соціокультурного, науково-теоретичного і фізичного характеру (реальна фізична система відліку або умови спостереження), з яких позицій і розглядається конкретний предмет пізнання. За своїм онтологічним статусом когнітивна система відліку є цілком об'єктивною, оскільки ніколи не є продуктом конструктивної діяльності ні окремого вченого, ні навіть колективного суб'єкта наукового пізнання, тому що майже всі її елементи зазвичай «присвоюються» суб'єктом пізнання з арсеналу існуючої культури.» [31].

У наведеній цитаті найбільш цікавим є поняття «умови пізнання», яке будемо інтерпретувати як сукупність зовнішніх умов середовища, в якому розташовані суб'єкт і об'єкт, а також внутрішніх умов, що являють собою внутрішню картину світу суб'єкта і проекцію об'єкта пізнання в суб'єктивний внутрішній світ.

Ідея «внутрішньої картини світу» не нова. С. Грінфілд [12], посилаючись на інших авторитетних вчених, пише: «На основі зорових сигналів, які потрапляють до мозку, він створює просторові «карти» світу. Це справедливо також для людей, сліпих від народження: їх мозок теж створює такі карти. Очевидно, що сліпі отримують початкову інформацію не візуально, а орієнтуючись на дотики і звуки, але ці дані обробляються таким же чином, як і у зрячих людей».

А.Р. Лурія [10] ще в 1970 роки розробляв ідею «внутрішнього світу» людини. Він писав, що для того щоб пояснити надскладні форми свідомого життя людини, необхідно вийти за межі організму, шукати джерела цієї свідомої діяльності і «категоріальної поведінки» не в глибинах мозку і не в глибинах духу, а в зовнішніх умовах життя і, в першу чергу, в зовнішніх умовах суспільного життя, в соціально-історичних формах існування людини.

Рис. 2. Абстрактний Спостерігач і простір Мінковського (а) та зв'язок Спостерігача з реальністю (б)

В даному випадку предметом психології є не внутрішній світ сам по собі, а відображення у внутрішньому світі зовнішнього світу, тобто активна взаємодія людини з реальністю. На підтвердження своєї прихильності до існування об'єктивної реальності А. Лурія визначив слово як особливу форму відображення дійсності.

Розглянуті ідеї внутрішнього світу відображено на рис. 2, на якому показано високорівневу абстракцію Спостерігача і частину простору Мінковського, за яким він спостерігає, за фактом частини об'єктивної реальності.

Під абстрактним Спостерігачем будемо розуміти дещо здатне до взаємодії з простором, в якому це дещо перебуває, за допомогою спос-

тережень і реакцій, які змінюють простір, а також оперуючи при формуванні реакцій деякою проекцією простору, що змінюється у часі. Використання слова «дещо» зумовлено метою розробити теорію, здатну охопити складові як живого, так і неживого світу, до якого належить і штучний інтелект. Беручи до уваги висловлені в роботі [32] позиції, вкажемо наступні аксіоматичні умови існування абстрактного Спостерігача в просторово-часовому континуумі:

- просторово-часовий континуум існує незалежно від наявності в ньому абстрактного Спостерігача;
- не існує такого абстрактного Спостерігача, який здатен моментально охопити в спостереженнях весь простір;
- абстрактний Спостерігач є невід'ємною частиною простору Мінковського.

Схема взаємодії абстрактного Спостерігача в просторі Мінковського, зображена на рис. 2, відтворює пошук відповіді на питання: якщо дії Спостерігача є реакцією на спостереження, то чи є вірним твердження, що внутрішні процеси Спостерігача є саме механізмом «стимул—реакція», який абстрагує механіку спостережень і механіку реакцій? Варто зазначити, що між стимулом і реакцією існує мінімум ще один процес — трансформація стимула в реакцію без зазначення природи трансформації, природи стимула і природи реакції.

На рис. 3 показано два абстрактних Спостерігача і проекції об'єкта спостереження (червона крапка) у внутрішні світи Спостерігачів (синя і зелена крапки). Слід зазначити наступне: попри те, що об'єкт спостереження доступний обом Спостерігачам, фрагменти об'єктивної реальності, за якими спостерігають, для Спостерігачів відрізняються (обмежені зеленими і синіми лініями). Об'єкт спостереження не уточнюється — ним може виявитися як фрагмент просторово-часового континуума, так і Спостерігач, для якого у внутрішньому світі іншого Спостерігача формується деяка проекція відповідно до умов його спостереження.

Рис. 3 добре відтворює парадокс «друга Вігнера» [30]. Не можна погодитись з тезою А.В. Белінського [30] про свою «об'єктивну реальність» Спостерігачів, якщо вони не спілкуються один з одним. Тут є очевидна підміна понять «своя об'єктивна реальність» (суб'єктивна реальність) і об'єктивна реальність, а саме підміна існування об'єктивного простору з інформованістю щодо останнього у двох абстрактних Спостерігачів. Якщо розглядати абстрактних Спостерігачів як інерційні системи відліку, то відносність одночасності призводить до неможливості синхронізації часу в різних інерційних системах відліку у всьому просторі. Відповідно спостереження у двох Спостерігачів будуть різними через відмінність умов (контексту) спостереження. Спостерігачі можуть бути

Рис. 3. Проекції об'єкта спостереження у внутрішні світи Спостерігачів

синхронізовані на об'єкті спостереження, але не можуть бути синхронізовані у часі.

Побудуємо доказ існування об'єктивної реальності від протилежного, а саме з огляду на твердження, що об'єктивної реальності не існує. Якщо об'єктивна реальність є ілюзією [33], то система покарань, передбачена законодавствами країн, також має ілюзорний характер. Але якщо рішення суду носить ілюзорний характер, то чому люди потрапляють в тюрми, які обмежують їх свободу, і дане обмеження свободи не є ілюзією. Припустимо, що ілюзія має груповий характер, але тоді виникає питання щодо свободи волі відносно участі в такій груповій ілюзії. Проблема свободи волі в своїй імплементації також приводить до питання юридичної відповідальності. Отже, якщо свобода волі відсутня, то правопорушники не повинні нести юридичної відповідальності за правопорушення.

Розглянемо робочу гіпотезу, що свободи волі не існує, а відповідно участь в групових ілюзіях зумовлена волею учасників. Твердження, що суб'єкт юридичного процесу, зокрема кримінального, за своєю волею бере участь в процесі як звинувачений, на перший погляд позбавлено сенсу. Однак, якщо врахувати, що судовий процес є закономірною реакцією на свободу волі звинуваченого, виявлену раніше у вигляді скоєного злочину, то сумніви в правильності тези про існування свободи волі можна

відкинути. Зважаючи на це, робимо висновок, що об'єктивна реальність існує, але має суб'єктивну проекцію для кожного її Спостерігача. Слід зазначити наступне: якщо Спостерігачі (див. рис. 3) не мають можливості обмінюватися інформацією щодо частин об'єктивної реальності, за якими вони спостерігають, то у них немає можливості об'єктивізувати свої спостереження.

Запропонуємо ще одну гіпотезу: абстрактний спостерігач споживає енергію для трансформації спостережень в дію. Якщо об'єктивна реальність є ілюзія, то доцільно розглянути питання щодо ілюзії як джерела енергії, яке за своєю суттю є абсолютно безперспективним. Це ще раз вказує на існування об'єктивної реальності як джерела енергії для функціонування абстрактного Спостерігача.

Із рис. 3 впливає питання про механізм трансформації спостережень в дії з використанням енергії. Нейропсихолог А. Лурія [10] дав наступне трактування живого організму: «Організм отримує інформацію, переломлює її через призму своїх потреб або задач, опрацьовує, створює модель своєї поведінки, за допомогою «випереджаючого збудження» створює певну схему очікуваних результатів і, якщо його поведінка співпадає з цими схемами, дія припиняється, якщо ж не співпадає з цими схемами, збудження знову циркулює по колу і активні пошуки рішення продовжуються».

При розгляді трансформації спостережень в дії дуже важливо дати відповідь на питання: що таке спостереження і як вони відтворені у внутрішній картині світу Спостерігача, зважаючи на те, що дії одного Спостерігача можуть співпадати чи не співпадати із спостереженнями іншого Спостерігача. Не розглянувши остаточно одного абстрактного Спостерігача, не можна вирішити питання про механізм трансформації спостережень в дії. Однак слід розглянути твердження, за яким внутрішні умови (внутрішній контекст) Спостерігача змінюються неперервно у часі. Це приводить до думки про невідтворюваність (неможливість повторення) досвіду спостереження одним і тим самим абстрактним Спостерігачем. Процес зміни внутрішнього контексту Спостерігача відомий під термінами «навчання» і «забування».

Зважаючи на твердження, що спостереження змінюють внутрішній контекст Спостерігача, слід припустити, що спостереження отримує своє відтворення (проекцію) у внутрішньому світі у вигляді, який дозволяє відрізнити між собою об'єкти (чи явища), що спостерігаються, а також уможливить звернення до цього відтворення в часі як до елемента суб'єктивного досвіду. Зіставлення спостереження з його проекцією у внутрішньому світі Спостерігача має назву «ідентифікація». Очевидно, ідентифікація може бути помилковою, що потребує етапу перевірки її якості, тобто верифікації. Слід розуміти, що помилка, яка є відстанню між тео-

ретичним і практичним, забов'язує оперувати поняттями «метричний простір» і «еквівалентність в даних метричних просторах» [34].

В 1945 р. математики С. Эйлеберг і С. Маклейн [25] ввели новий фундаментальний об'єкт з вбудованою еквівалентністю — категорію. Категорія в математиці — це множина з додатковими метаданими: опис всіх засобів зіставлення одного об'єкта іншому, куди включено опис всіх ознак, за якими обидва об'єкти можуть вважатися еквівалентними. Математичні категорії також можна подати у вигляді геометричних об'єктів (або елементів об'єктивної реальності), в яких кожний елемент категорії зображено точкою, котра, в свою чергу, може бути категорією.

Будемо стверджувати, що для довільного абстрактного Спостерігача проекція об'єкта, що спостерігається, є математичною категорією. Варто зауважити, що визначення категорії не залежить від її позначки. Отже, це свідчить про те, що сукупність проекцій об'єктів спостереження у внутрішньому світі Спостерігача як математичні категорії існують незалежно від їх позначок. Відповідно мова, яку неможливо подати без позначок проекцій і відношень між ними, не є тим, що забезпечує трансформацію спостережень в реакцію абстрактного Спостерігача, частиною якої може бути процес мислення. Отже, бачимо протиріччя відносно теорії, висунутої Н. Хомським [19] стосовно ролі мови як інструмента мислення.

Можна стверджувати, що позначки категорій виникають як відповідь на потребу в синхронізації реакцій абстрактних Спостерігачів. На рис. 4 показано два абстрактних Спостерігача з внутрішніми світами. Випадок з двома абстрактними Спостерігачами можна легко масштабувати на випадок з трьома і більше Спостерігачами. У випадку з трьома і більше Спостерігачами рис. 4 зазнає змін в частині трикутника суб'єктивних і еталонного позначень.

У найпростішому випадку для двох спостерігачів на рис. 4 точки $N1(A)$, $N2(A)$ і $N(A)$ у просторі імен об'єкта, формуючих трикутник суб'єктивних і еталонного позначень, лежать в одній площині. Відстань між вказаними іменами є відстанню відмінності позначень, що базується на деякій мірі відмінності.

На рис. 5 показано диспозицію позначень, яка свідчить про наступне: якщо суб'єктивна позначка об'єкта віддалена від еталонної позначки об'єкта більше, ніж на R , то вірогідність такої позначки бути віднесеною до класу позначень навколо еталонного прагне до нуля. На рис. 5 видно, що позначки $N1(A)$ і $N2(A)$, будуть віднесені до $N(A)$, а $N3(A)$ — не буде. Отже, за позначками $N3(A)$ неможливо ідентифікувати об'єкт спостереження A як елемент об'єктивної реальності.

Рис. 4. Феномен мови: A — об'єкт спостереження як частина простору Мінковського; A_1, A_2 — проекції або категорії об'єкта спостереження у внутрішні світи Спостерігачів; $N_1(A), N_2(A)$ — позначки, дані Спостерігачами об'єктам спостереження; $N(A)$ — еталонна позначка об'єкта A , яка разом з іменами $N_1(A)$ і $N_2(A)$ формує трикутник імен

Рис. 5. Диспозиція позначень: $N(A)$ — еталонне позначення; $N_1(A), N_2(A), N_3(A)$ — позначення, дані Спостерігачами; R — гранична відстань різниці між позначеннями для $N(A)$

Механізм взаємовіддаленості лежить не тільки в основі фонетики, дозволяючи відрізнити одні слова від інших за вимовою, а також і в основі системи проєкцій понять у внутрішній світ Спостерігача, що фактично пояснює термін «значення слова», А. Лурія [10] дав наступне трактування цього терміну: «Під значенням слова, яке виходить за межі предметної віднесеності, ми розуміємо здатність слова не тільки замінювати чи представляти предмети, не тільки збуджувати близькі асоціації, але і аналізувати предмети, вникати глибше у властивості предметів, абстрагувати і узагальнювати їх ознаки. Слово не тільки замінює річ, але і аналізує річ, вводить цю річ в систему складних зв'язків і відносин. Функції слова відволікати чи абстрагувати, узагальнювати і аналізувати ми і називаємо категоріальним значенням... Під значенням ми розуміємо об'єктивно сформовану у процесі історії систему зв'язків, які стоять за словом... Під змістом, на відміну від значення, ми розуміємо індивідуальне значення слова, виділене з цієї об'єктивної системи зв'язків; воно складається з тих зв'язків, які мають відношення до даного моменту і до даної ситуації».

Взаємна віддаленість між проєкціями є вирішальним аспектом при виборі необхідного поняття для формування виразу: «Точна «предметна віднесеність» чи «найближче значення» слова є по суті вибором потрібного значення із низки можливих» [10]. Трохи пізніше А. Лурія уточнив принцип вибору слів: «...процес називання і процес сприйняття слова насправді слід розглядати як складний процес вибору потрібного «найближчого значення слова» зі всього викликаного ним «семантичного поля»».

Однак взаємна віддаленість між проєкціями (значеннями слів) у внутрішній світ Спостерігача перебуває у процесі постійного перегляду [10]: «Розвиток слова полягає в тому, що навіть після того, як воно набуло чіткої предметної віднесеності і ця предметна віднесеність стала уже стійкою, розвиток слова стосується вже не предметної віднесеності, а функції слова узагальнювати і аналізувати, інакше кажучи, його значення». Кажучи про предметну віднесеність, А. Лурія пише: «Слово має предметну віднесеність, отже, воно позначає предмет і викликає ціле «змістовне поле», слово має функцію визначеного «значення», інакше кажучи, виділяє ознаки, узагальнює ознаки і аналізує предмет, відносить його до певної категорії і передає загальнолюдський досвід».

Висновки

Основним застосунком математики мозку є моделювання когнітивних механізмів сильного штучного інтелекту. Сукупність проєкцій об'єктів спостереження у внутрішньому світі Спостерігача як математична категорія існує незалежно від їх позначення. Мова, яку неможливо відтвори-

ти без позначення проєкцій і відношень між ними, не є тим єдиним, що забезпечує трансформацію спостережень в реакцію абстрактного Спостерігача, частиною якої може бути процес мислення. Мова — це сукупність позначень проєкцій елементів і властивостей об'єктивної реальності у внутрішні світи абстрактних Спостерігачів, які відрізняються один від одного і зазнають змін у часі. Відповідно до деяких правил комбінації таких позначень вирішують задачу синхронізації дій абстрактних Спостерігачів. Це визначення вимагає окремого пояснення, яке буде надано у другій частині статті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Anokhin K.* Fundamental brain theory: the main challenge to theoretical physics and mathematics of the brain. «Theoretical physics and mathematics of the brain: bridges across disciplines and applications.» Lomonosov Moscow State University: December 5, Skoltech — 12 декабря 2019 г. https://www.youtube.com/watch?v=WY_WPjlf0BY&t=16s
2. *Марш Г.* Яку загрозу несе штучний інтелект? Мозкові інтерфейсні чіпи. Лекція українською в Українському католицькому університеті 11 февраля 2019 г. Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=FdBCNd4wGbQ>
3. *Sporns O, Tononi G, Kötter R.* The human connectome: A structural description of the human brain. PLOS Computational Biology. 1 (4): e42. (September 2005). Режим доступу:
4. *Hagmann P.* From diffusion MRI to brain connectomics (Thesis). Lausanne: EPFL, 2005. Режим доступу:
5. *White J.G., Southgate E., Thomson J.N., Brenner S.* The structure of the nervous system of the nematode *Caenorhabditis elegans*. Phil. Trans. Royal Soc. London. B 314, 1-340, 1986. Режим доступу:
6. *Арбиб М.* Метафорический мозг. М.: Мир, 1976, 296 с.
7. *Черниговская Т.* Мозг vs штучний інтелект. Форум Егора Гайдара 2020, 17 января. Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=hpD4OdgeYQM>
8. LAKHTA VIEW: Людина. Березнева зустріч відкритого міжнародного освітнього проєкту LAKHTA VIEW. 18 березня 2018 р. Режим доступу: <https://www.youtube.com/watch?v=p2P1wqLsdY8&t=1664s>
9. Нейрохирургия и сознание. // Научная Россия, 2018, №3 В мире науки. Режим доступу: <https://scientificrussia.ru/articles/nejrohirurgiya-i-soznanie-v-mire-nauki-3>
10. *Лурия А.* Язык и сознание. СПб.: Питер, 2020, 448 с.
11. *Carlos E. Perez.* A Map of Doctrines in AGI Research // Intuition Machine, medium.com, 2020, 29 November. Режим доступу: <https://medium.com/intuitionmachine/the-many-doctrines-of-agi-research-af6d37feca47>
12. *Гринфилд С.* Один день из жизни мозга. Нейробиология сознания от рассвета до заката. СПб.: Питер, 2018, 240 с.
13. *Князева Е.Н.* Энактивизм: концептуальный поворот в эпистемологии // вопросы философии, 2013, № 10, с. 91—104.
14. *Гильберт Д., Бернайс П.* Основы математики. Т. 2. Теория доказательств. М.: Наука, 1979, 557 с.
15. *Михайлова Н.* Программа формализма Гильберта как работающее философское направление обоснования математики // Liberian Arts in Russia, 2015, Vol. 4, No 6, с. 534—544.

16. Прист С. Теории сознания. Перевод с английского и предисловие: А.Ф. Грязнов. М.: Идея-Пресс, Дом интеллектуальной книги, 2000, 288 с.
17. Анохин К., Шумский С., Фаликман М. Физика и математика мозга и сознания. Научная гостинная. 6 февраля 2017 года. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=NXifsLDx9vQ>
18. Петров Д. Языки и математика. Маткульт-привет, Алексей Саватеев и Ко, 6 мая 2020 года. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=Zkbmtxwm4Qg>
19. Berwick R.C., Chomsky N. Why Only Us: Language and Evolution. The MIT Press, 2017, 224 p.
20. Арале А., Лансло К. Всеобщая рациональная грамматика (Грамматика Пор-Рояля). Пер. с французского. Ю.С. Маслова, Е.Д. Панфилова, М.В. Гординой. Л.: Изд. ЛГУ, 1991, 211 с.
21. Россохин А.В. Рефлексия и внутренний диалог в измененных состояниях сознания: Интерсознание в психоанализе. М.: Когито-центр, 2010, 304 с.
22. Кучинский Г.М. Психология внутреннего диалога. Минск, 1988, 206 с.
23. Каширская Е.В. Психологические условия формирования речемыслительной деятельности у студентов — будущих психологов: Дис... канд. психологич. наук. Череповецкий госуниверситет, Череповец, 2014, 249 с. https://kursksu.ru/documents/diss_list/kasherskay1.pdf
24. Кравцов Г. Сильный искусственный интеллект: предпосылки / Г.А. Кравцов, В.В. Левитин, В.И. Кошель, В.В. Никитченко, А.Н. Примушко // Электрон. моделирование, 2019, **41**, № 5, с. 35—58.
25. Маклейн С. Категории для работающего математика. М.: Физматлит, 2004, 349 с.
26. Лапшин В.А. Онтологии в компьютерных системах. М.: Научный мир, 2010, 224 с.
27. Шабанов-Кушниренко С.Ю. Применение теории категорий для решения логических сетей / С.Ю. Шабанов-Кушниренко, О.В. Калинин, Е.О. Корнийчук, В.В. Коряк. <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-teorii-kategoriy-dlya-resheniya-logicheskikh-setey>
28. Лакофф Дж. Метафоры, которыми мы живем: Пер. с англ. / Дж. Лакофф, Дж. Марк. Едиториал УРСС. М., 2004, 256 с.
29. Lakoff G. Women, Fire and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind. University of Chicago Press 1990, 1, 632 p.
30. Белинский А.В. Парадокс друга Вигнера: объективной реальности не существует? <https://arxiv.org/pdf/1905.10563.pdf>
31. Лебедев С.А. Проблема субъекта и объекта в научном познании // Вестник ТвГУ. Серия «Философия», 2016, № 1, с. 19—26.
32. Шумилова А. Лексическая синонимия: традиционное и когнитивное видение проблемы // Вестник Челябинского госуниверситета, № 22 (160). Филология. Искусствоведение 2009, вып. 33, с.144—148.
33. Черниговская Т.В. Мир другими глазами: мозг зеркальный и «неверный» / 18 ассамблея «Здоровая Москва». 16 января 2020 года. <https://www.youtube.com/watch?v=zsvux7-M0Gs&t=697s>
34. Lurie J. Higher Topos Theory. Princeton University Press, 2009, 944 p.

Отримано 19.04.21

REFERENCES

1. Anokhin, K. (2019), "Fundamental brain theory: the main challenge to theoretical physics and mathematics of the brain from the workshop Theoretical physics and mathematics of the brain: bridges across disciplines and applications", URL: https://www.youtube.com/watch?v=WY_WPjlf0BY&t=16s.
2. Marsh, H. (2019), "What is the threat of artificial intelligence? Brain interface chips. Lecture in Ukrainian at the Ukrainian Catholic University", URL: <https://www.youtube.com/watch?v=FdBCNd4wGbQ>.
3. Sporns, O., Tononi, G. and Kötter, R. (2005), "The human connectome: A structural description of the human brain", *PLOS Computational Biology*, Vol. 1, no 4.
4. Hagmann, P. (2005), "From diffusion MRI to brain connectomics", PhD diss., EPFL, 2005.
5. White, JG., Southgate, E., Thomson, JN. and Brenner, S. (1986), The structure of the nervous system of the nematode *Caenorhabditis elegans*, The Royal Society, London, Great Britain.
6. Arbib, M. (1976), *Metaforicheskiy mozg* [Metaphorical brain], Mir, Moscow, USSR.
7. Chernigovskaya, T. (2020), "Brain vs artificial intelligence. Yegor Gaidar Forum 2020", URL: <https://www.youtube.com/watch?v=hpD4OdeYQM>.
8. LAKHTA VIEW: Human, (2018), "Martovskaya vstrecha otkrytogo mezhdunarodnogo obrazovatel'nogo proyekta LAKHTA VIEW", URL: <https://www.youtube.com/watch?v=p2P1wqLsdY8&t=1664s>.
9. Potapov, A. (2018), "Neurosurgery and Consciousness", *In the world of science. Scientific Russia*, Vol. 3, available at: <https://scientificrussia.ru/articles/nejrohirurgiya-i-soznanie-v-mire-nauki-3>.
10. Luriya, A. (2020), *Yazyk i soznaniye* [Language and Consciousness], Piter, Saint Petersburg, Russia.
11. Carlos, E. and Perez, A. (2020), "Map of Doctrines in AGI Research", Intuition Machine, Medium, available at: <https://medium.com/intuitionmachine/the-many-doctrines-of-agi-research-af6d37feca47>.
12. Grinfield, S. (2018), *Odin den iz zhizni mozga. Neyrobiologiya soznaniya ot rassveta do zakata* [One day in the life of the brain. The neurobiology of consciousness from dawn to dusk], Piter, Saint Petersburg, Russia.
13. Knyazeva, E.N. (2013), "Enactivism: A Conceptual Turn in Epistemology", *Philosophy questions*, Vol. 10, pp. 91-104.
14. Gilbert, D. and Bernays, P. (1979), *Osnovy matematiki. Tom 2. Teoriya dokazatel'stv* [Foundations of Mathematics. Vol. 2. Evidence theory], Nauka, Moscow, USSR.
15. Mikhailova, H. (2015), "The Hilbert formalism program as a working philosophical direction in the substantiation of mathematics." *Liberia Arts in Russia*, Vol. 4. no. 6, pp. 534-544.
16. Priest, S. (2000), *Teorii soznaniya* [Theories of consciousness], Ideya-Press, Dom intelektualnoy knigi, Moscow, Russia.
17. Anokhin, K., Shumsky, S. and Falikman, M. (2017), "Physics and mathematics of the brain and consciousness", URL: <https://www.youtube.com/watch?v=NXifsLDx9vQ>.
18. Petrov, D. (2000), "Languages and mathematics", URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Zkbmtxwm4Qg>.
19. Berwick, R.C. and Chomsky, N. (2017), *Why Only Us: Language and Evolution*, The MIT Press.

20. Arno, A. and Lansloh, K. (1991), *Vseobshchaya ratsional'naya grammatika (Grammatika Por-Royal)* [Universal rational grammar (Grammar of Port Royal)], Izd. LGU, Saint Petersburg, USSR.
21. Rossokhin, A.V. *Reflection and inner dialogue in altered states of consciousness: Inter-sconsciousness in psychoanalysis*. Moscow: Kogito-center, 2010.
22. Kuchinsky, G.M. *Psychology of internal dialogue*. Minsk, 1988.
23. Kashirskaya, E.V. "Psychological conditions for the formation of speech-thinking activity among students - future psychologists." PhD diss., Cherepovets State University, 2014.
24. Kravtsov, G.A., Levitin, V.V., Koshelev, V.I., Nikitchenko, V.V., Primushko, A.N. "Strong artificial intelligence: prerequisites." *Electronic Modeling*. Vol. 41, no. 5 (2019): 35-58.
25. McLain, S. *Categories for the working mathematician*. Moscow: Fizmatlit, 2004.
26. Lapshin, V.A. *Ontology in computer systems*. Moscow: Scientific world, 2010.
27. Shabanov-Kushnarenko, S.Yu., Kalinichenko, O.V., Korniyuchuk, E.O., and Koryak, V.V. "Applying category theory to solving logical networks." <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-teorii-kategoriy-dlya-resheniya-logicheskikh-setey>.
28. Lakoff, J. *The Metaphors We Live By*. Translated by Mark, J. Moscow: Editorial URSS, 2004.
29. Lakoff, G. *Women, Fire and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. University of Chicago Press, 1990.
30. Belinskiy, A.V. "Wigner's friend paradox: objective reality does not exist?" Arxiv. February 6, 2021. <https://arxiv.org/pdf/1905.10563.pdf>.
31. Lebedev, S.A. "The problem of the subject and object in scientific knowledge." *Bulletin of TvGU, series "Philosophy"*. no. 1 (2016): 19-26.
32. Shumilova, A. "Lexical synonymy: traditional and cognitive vision of the problem." *Bulletin of the Chelyabinsk State University*. no. 22 (2009): 144-148.
33. Lurie, Jacob. *Higher Topos Theory*. Princeton University Press, 2009.
34. Koks, T. *Why We Speak: The History of Speech from Neanderthals to Artificial Intelligence*. Translated by Myagkova, E.Yu. Moscow: KoLibri, Azbuka-Attikus, 2020.

Received 19.04.21

G.A. Kravtsov, N.V. Kravtsova,
O.V. Khodakovskaya, V.V. Nikitchenko, A.N. Prymushko

BRAIN MATHEMATICS AND LANGUAGE. I

The authors consider as the main hypothesis about the possibility of constructing the mathematics of the brain, the statement that the supposed basis of any context of thinking is primarily formed by a system of axioms, which is the foundation of abstract thinking, realized or materialized through some language. The authors investigate the problem of the applicability of language as the main instrument of cultural continuity and form a research program that includes: the development of a unified ontology that describes objects, actions, qualities and relationships; studying the nature of the context and presenting it with unambiguous concepts of a unified ontology; determining the applicability of actions to objects as partially-defined functions to mathematical categories; model of subjective choice of semantic categories according to relevance in a certain context.

Keywords: brain, strong artificial intelligence, language, axiom system, objective reality, inner world, mathematical modeling.

КРАВЦОВ Григорій Олексійович, канд. тех. наук, докторант Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. В 2000 р. закінчив Севастопольський військово-морський інститут ім. П.С. Нахімова. Область наукових досліджень — кібербезпека smart-грід, криптографія, програмування, розробка розподілених гетерогенних обчислювальних систем.

КРАВЦОВА Наталія Василівна, канд. фарм. наук, асистент кафедри фармакології Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця. В 2007 р. закінчила Національний фармацевтичний університет. Область наукових досліджень — особливості навчання дорослих, використання ІКТ і технологій штучного інтелекту в навчанні.

ХОДАКІВСЬКА Ольга Василівна, канд. фарм. наук, доцент кафедри фармакології Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця. В 2010 р. закінчила Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова. Область наукових досліджень — експериментальна нейрофармакологія, розробка нових шляхів фармакологічної корекції порушень при ішемічному пошкодженні мозку і серця в експерименті.

НІКІТЧЕНКО Володимир Володимирович, аспірант Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. В 1991 р. закінчив Полтавське вище військово-командне училище зв'язку. Область наукових досліджень — інформаційно-комунікаційні технології, штучний інтелект.

ПРИМУШКО Арсентій Миколайович, інженер програмного забезпечення в компанії Intellias. В 2020 р. закінчив Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського». Область наукових досліджень — штучний інтелект, розподілені обчислювальні системи, програмування, системи орієнтації і навігації.