

УДК 378:155.9:577

DOI: 10.36550/2415-7988-2020-1-191-74-77

**СМЕЛЬЯНОВА Тетяна Вікторівна** –кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри вищої математики

Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7451-8193>

e-mail: tatyanaeme2016@gmail.com

## РОБОЧИЙ ПРОСТІР ПІЗНАВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ПРОСТІР МЕНТАЛЬНИХ КОНСТРУКТІВ КОГНІТИВНОГО МЕХАНІЗМУ МИСЛЕННЯ

**Постановка та обґрунтування актуальності проблеми.** Когнітивний простір – це простір когнітивних здібностей і розумової діяльності. Щоб мати можливість цілеспрямованого формування і розвитку когнітивних здібностей до пізнавальної діяльності, слід розуміти механізми формування і розвитку базових складових когнітивних здібностей, когнітивного простору пам'яті. Ця проблема може бути досліджена тільки в рамках психолого-педагогічного підходу із залученням інформації про нейрофізіологічні процеси активності мозку.

З метою розуміння природи, характеру зв'язку механізмів мислення і ступеня розвитку когнітивних здібностей з отриманим раніше когнітивним досвідом в рамках нейродинамічної теорії активності мозку досліджується робочий простір пізнавальної діяльності особистості як структура, що формує розумовий процес.

Нейродинамічний підхід до аналізу когнітивної діяльності розкриває нові можливості вивчення когнітивних функцій. Представляє інтерес архітектура, властивості і внутрішні механізми робочого простору, його зв'язок з ментальним простором. Дослідження робочого простору ґрунтується на інтерпретації процесу мислення як неусвідомленого процесу побудови послідовності модельних уявлень вторинних інформаційних потоків. У парадигмі динамічних систем опис когнітивного простору нейронної мережі проводиться в системі динамічних змінних (фазовому просторі динамічної задачі), так що модельні уявлення ментальних образів є метастабільними структурами у фазовому просторі задачі. Ментальний простір визначається як фазовий простір активованих модельних уявлень ментальних образів, раніше закладених в когнітивний простір пам'яті, які визначені як вторинні образи. Дослідження робочого простору пізнавального процесу з позицій застосування теорії динамічних систем до опису процесів активності мозку дозволяє зробити висновок про робочий простір як простір ментальних конструктів когнітивного механізму мислення. Результати дослідження робочого простору пізнавальної діяльності з позицій сучасної когнітивної науки про моделювання активності нейронної системи в рамках концепції про нейродинамічну організацію і функціональні моди когнітивного простору пам'яті визначають зв'язок робочого простору, ментальних конструктів,

когнітивного простору пам'яті і когнітивних здібностей.

Розуміння мислення як багатоступеневого процесу "неусвідомленого переосмислення" одержуваної інформації може сприяти вдосконаленню освітніх технологій з метою розвитку когнітивних здібностей і активізації розумової діяльності, забезпеченню професійного і культурного становлення особистості.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Термін «робочий простір» був введений в 1988 році Бернардом Дж Баарсом в запропонованій ним теорії «глобального робочого простору» (GWT Global Workspace Theory). У цій теорії Бернард Дж. Баарс [11] ввів поняття «архітектури пізнавального процесу» в глобальному робочому просторі для пояснення існування в конкуренції усвідомлених і неусвідомлених процесів свідомості. Зауважимо, що на сьогоднішній день в психологічній науці не викликає сумнівів твердження, що базові механізми свідомості визначаються як «неусвідомлені несвідомі» [2].

Теорія глобального робочого простору виявилася затребуваною в нейрофізіологічних дослідженнях функціонування різних областей мозку, при моделюванні штучних нейронних мереж [10].

Створення штучного інтелекту вимагало нових підходів до розуміння нейропсихологічних задач, їх моделювання та вирішення. На сьогоднішній день відомі численні публікації з нейрофізіологічного дослідження активності нейронної системи. [1; 3]. Цей підхід базується на припущенні, що когнітивні функції можуть бути зрозумілі на основі аналізу нейронної системи з позицій нестационарних процесів і метастабільних режимів теорії динамічних систем. [9]. Нейродинамічний підхід до аналізу когнітивної діяльності розкриває нові можливості вивчення когнітивних процесів у нейронній системі мозку [4; 5].

У когнітивних дослідженнях широко обговорюється поняття ментального простору, як вдалого конструкту когнітивної лінгвістики [12]. Однак, в роботі психологічної спрямованості [8] стверджується, що ментальний простір має фундаментальний статус «робочого простору думки». В роботі [8] обговорюється поняття ментального простору як психічної реальності, визначаються потенційні характеристики ментальних

просторів, особливості функціональної та просторово-часової геометрії, вводиться поняття вторинного образу як психологічного конструкту.

Дослідження ментального простору, як структури формування сигналу-відповіді на сенсорну інформацію, з позицій нейродинамічного підходу до розуміння когнітивної діяльності призвело до необхідності створення моделі робочого простору пізнавальної діяльності як простору ментальних конструктів когнітивного механізму мислення.

**Метою статті** є нейрофізіологічне висвітлення психолого-педагогічної проблеми розуміння когнітивного процесу мислення, як несвідомого багатоступеневого процесу, що відбувається в робочому просторі, конструкти якого обумовлюють динаміку і організацію структур інформаційних потоків процесу мислення; дослідження когнітивного процесу мислення як несвідомого процесу з позицій сучасних підходів до модулювання нейронної системи в рамках нейродинамічної концепції із урахуванням гіпотези про функціональні моди когнітивної пам'яті.

**Методом дослідження** є функціонально-системний підхід до моделювання когнітивних механізмів мислення як несвідомого процесу з позицій сучасного нейродинамічного аналізу формування когнітивних здібностей.

**Виклад матеріалу дослідження.** Когнітивний простір, це простір пізнавальної діяльності, когнітивних здібностей: інтелекту, здатності до навчання, креативності. Щоб мати можливість цілеспрямованого формування і розвитку когнітивних здібностей, ми повинні відповісти на питання про механізми формування і розвитку базових складових когнітивних здібностей, в тому числі, когнітивного простору пам'яті. Ця проблема може бути досліджена лише як психолого-педагогічна проблема із залученням інформації про нейрофізіологічні процеси активності мозку. Когнітивний простір - простір когнітивних функцій, які можуть бути зрозумілі і вивчені при дослідженні механізмів когнітивної діяльності.

Надзвичайно плідним виявилось дослідження когнітивних процесів активності мозку в рамках теорії нелінійної динаміки, застосованої до нейронного середовища. Нейронна система мозку являє собою середовище, в якому формується динамічна функціональна система для виконання когнітивних функцій. Сенсорні структури сприймають і перетворюють одержувані сигнали, формуючи кластери активних нейронів. Ці нейронні множини розглядаються як динамічні нелінійні системи, що обумовлюють динамічні режими з метастабільними структурами. Математичний підхід в рамках застосування теорії динамічних систем до дослідження когнітивних функцій мозку з великою ймовірністю вказує, що їх реалізація здійснюється в результаті формування метастабільних режимів і переходів з одного метастабільного режиму на інший. [7].

Метастабільні режими нелінійної динамічної задачі обумовлені вирішенням на власні значення задачі, що має дискретний спектр. Власним функціям у фазовому просторі динамічної задачі відповідають метастабільні стани, які можуть створювати за певних умов складні метастабільні структури. Метастабільні стани динамічного режиму нейронної активності можуть бути витлумачені як «еквівалент субстрату» психологічного образу. [7]. Метастабільні режими нелінійної динамічної задачі в нейронному середовищі породжують інтегровані модельні уявлення, які містять інформацію про ментальний образ сигналу. Вони зберігаються в когнітивному просторі пам'яті в закодованому вигляді.[5].

Використання теорії нелінійних динамічних систем у дослідженні активних нейронних структур дозволяє вивчати когнітивні механізми пізнавального процесу, доводити необхідність визначення поняття ментального простору як когнітивного конструкту розумової діяльності, а робочий простір пізнавального процесу розуміти як простір когнітивних конструктів.

Мислення у пізнавальному процесі характеризується найвищим рівнем розвитку когнітивних механізмів. Базисом розумової діяльності є когнітивний простір пам'яті, простір отриманого пізнавального досвіду, характеристики якого і закладена інформація може бути виявлені лише у взаємодії або в процесі отримання нового досвіду. [5].

Розглянемо когнітивний пізнавальний процес з позицій нейродинамічної концепції про режими локалізації метастабільних структур у фазовому просторі системи. Пізнавальний процес, це процес створення відгуку на зовнішній або внутрішній стимул. Механізм створення відгуку є внутрішнім механізмом нейронної системи, інтуїтивною обробкою отриманої інформації. Динаміка і напрям процесу створення відгуку характеризуються як когнітивні неусвідомлені складові. Механізм створення відгуку «включає» базову складову, програму активації фундаментальних мод когнітивного простору пам'яті, відновлює структури нейронних ансамблів, відтворює режими локалізації метастабільних структур і, відповідно, закодовані модельні уявлення ментальних образів, що мають схожі елементи з сигналом. Відновлені модельні уявлення ментальних образів називаємо вторинними образами, а простір вторинних образів, фазовий простір відновлених ментальних образів, називаємо ментальним простором. Таким чином, ментальний простір є робочим простором пізнавальної діяльності.

Нас цікавить реакція нейронного механізму мозку на внутрішній сигнал, який має досить складну структуру у вигляді послідовності або сукупності сигналів, що надходять одночасно. Скористаємося поняттям ментального простору як конструкту, що моделює відповідь когнітивного простору пам'яті на вхідний сигнал. Послідовність сигналів веде до формування послідовності ментальних конструктів,

кожен з яких моделює відгук на відповідний вхідний сигнал. Коли структура сигналу може бути розкладена на суму декількох образів, то одночасно формуються кілька ментальних конструктів, що моделюють відповідні відгуки. Створювані ментальні простори утворюють спільний робочий простір пізнавального процесу. Тому робочий простір представляється нам простором ментальних конструктів розумової діяльності.

Щоб визначити властивості, внутрішні механізми і характеристики робочого простору, треба провести аналіз організації та функціонування внутрішніх механізмів ментальних конструктів. Поняття ментального простору було введено для розуміння процесу створення нейронною системою відгуку на вхідний сигнал. Досліджуючи механізм створення відгуку, приходимо до висновку про етапи його формування:

- створення ментального простору вторинних образів;
- створення модифікованого модельного уявлення вторинних образів, відгуку на сигнал;
- згасання ментального простору в результаті кодування і збереження модифікованого модельного уявлення-відгуку у вигляді фундаментальної моди в когнітивному просторі пам'яті.

За створення модифікованого модельного уявлення вторинного сигналу відповідають внутрішні механізми ментальних конструктів, що визначають функціональні можливості ментального простору. До таких механізмів відносимо коактивацію зв'язків нейронних ансамблів і конкатенацію метастабільних станів модельних уявлень вторинних образів. Механізм коактиваційного зв'язку передбачає, що спільна присутність в середовищі декількох певних компонентів, що здатні до взаємозв'язків, значно підвищує активність кожного компоненту і визначає їх взаємодію. Результатом прояву коактивації в нейронному ансамблі є зміна активності нейронних зв'язків, що може змінити метастабільну структуру вторинного образу. У теорії просторово-часових характеристик активності нейромережових систем механізм коактиваційного зв'язку діє поряд з механізмом конкатенації метастабільних нейромережових структур. Моделювання динаміки нейронних ансамблів в рамках теорії нелінійних систем з метою вирішення завдань зі зберігання, кодування і відтворення динамічних образів вказує на існування механізму конкатенації метастабільних структур. [3]. Конкатенація метастабільних структур являє собою відділення деякої ланки однієї структури і приєднання її до іншої структури. Вивчаючи нейронні ансамблі в рамках теорії нелінійних систем, слід враховувати внесок коактивації нейронних зв'язків поряд з механізмом конкатенації метастабільних структур. В результаті дії обох механізмів відбувається модифікація інтегрованих вторинних структур. Вторинні образи можуть бути перетворені в результаті гомогенних або гетерогенних переходів при конкатенації модельних

уявлень вторинних образів. [6]. Динамічні характеристики внутрішніх механізмів ментального простору обумовлюють когнітивні можливості особистості.

Розглянемо питання про тривалість існування ментальних просторів. Активація нейронних ансамблів відповідає збудженню динамічного режиму з метастабільними станами у фазовому просторі динамічної задачі - створенню ментального простору метастабільних структур, які ми визначаємо як вторинні образи. За певних умов внутрішні механізми ментального простору перетворюють вторинні образи, створюючи модифіковані модельні уявлення вторинних ментальних образів. З загасанням активації нейронних ансамблів руйнується динамічний режим, загасають його метастабільні структури, ментальний простір зникає. Отже, ментальний простір пізнавального процесу є нестійким конструктом динамічної задачі.

Припустимо, що сигнал представлений декількома незалежними складовими. Кожна складова запускає відповідну їй програму активації функціональних мод когнітивного простору пам'яті, програму відновлення структури нейронних ансамблів і їх динамічних режимів з метастабільними станами, програму створення модельних уявлень вторинних образів і їх ментальних просторів.

Робочий простір формується ментальними конструктами пізнавального процесу. Оскільки ментальні простори є нестійкими конструктами, які миттєво виникають для створення нових образів і так само швидко зникають, то і робочий простір має нестійку «конструкцію». Його динаміка обумовлена динамічними властивостями і характеристиками внутрішніх механізмів ментальних конструктів. Між собою ментальні конструкти не взаємодіють, оскільки кожен з них вирішує завдання, яке визначається відповідним вхідним сигналом. Внутрішні механізми ментальних конструктів здійснюють процес модифікації вторинних образів тільки в «своєму» просторі, не «виходячи» за його межі. Тому говорити про «взаємодію» ментальних конструктів через внутрішні механізми не має сенсу.

**Висновки та перспективи подальших наукових досліджень.** Мислення – це переплетення усвідомлених і неусвідомлених процесів з базовою інформацією, закладеної в когнітивному просторі пам'яті. Неусвідомлений когнітивний процес, обумовлений внутрішніми механізмами, формує відповідь когнітивного простору пам'яті на внутрішній сигнал.

Підхід до вивчення робочого простору пізнавального процесу в рамках нейродинамічної концепції про метастабільні режими, яка дозволяє вважати стійкі стани динамічних режимів «субстратним еквівалентом» психологічного образу, дає можливість простежити зв'язок робочого простору, ментальних конструктів, когнітивного простору пам'яті і когнітивних здібностей. Проведене дослідження динаміки ментальних просторів дозволило відстежити етапи формування відгуку на

сенсорний сигнал. Можна очікувати, що розуміння робочого простору пізнавальної діяльності як простору ментальних конструктів визначить напрям подальших досліджень архітектури когнітивного процесу мислення.

Детальне дослідження когнітивних механізмів мислення, інтуїтивних механізмів переробки отриманої інформації, сприяє осмисленню базових основ когнітивного процесу, вдосконаленню освітніх технологій з метою подальшого розвитку когнітивних здібностей і активізації когнітивного механізму мислення, забезпечення професійного і культурного становлення особистості.

**СПИСОК ДЖЕРЕЛ**

1. Нейронное обеспечение научения и памяти / Александров Ю. И. и др. *Когнитивные исследования*. М.: МГППУ, 2014. Вып.6. С. 130-169.
2. Аллахвердов В. М., Воскресенская Ю, Науменко О. В. Сознание и когнитивное бессознательное. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология сознания*. 2008. Вып.12 (2). С.10-19.
3. Бендерская Е. Н. Перешейн А.О. Хаотические модели гиппокамп в задачах распознания динамических образов. *Научно-технические ведомости СПб ГПУ. Информатика. Телекоммуникация. Управление*. 2015. Вып.6(234). С.56-69.
4. Емельянова Т. В. Ментальний простір як характеристика ступеня розвитку когнітивних здібностей особистості в навчальному процесі. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2019. №1 (85). С.224-234.
5. Емельянова Т. В. Про формування когнітивних здібностей сприйняття й усвідомлення як базових складових процесу розуміння в навчальному процесі. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2018. №8 (82). С.42-51.
6. Емельянова Т. В. Механізм розвитку когнітивного простору студентів в процесі математичної підготовки в сучасному університеті. *Наукові записки ТНПУ ім. В.Гнатюка. Серія: педагогіка*. 2017. №1. С.192-199.
7. Макин Р.С., Лисин В.В. Нейродинамический подход в исследовании механизмов индивидуальной человеческой памяти. *Вестник Димитровградского инженерно-технологического института Ядерных исследований МФТИ*, 2013. Вып.1 (1). С.41-46.
8. Осорина М.В. Ментальные пространства как психическая реальность. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология и педагогика*. 2017. Вып.7(1). С.6-24.
9. Рабинович М.И. Мюезиналу М.К. Нелинейная динамика мозга: эмоции и интеллектуальная деятельность. *Успехи Физ. Наук*. 2010. Том 4 (180). С.371-387.
10. Network structure and dynamics of the mental workspace / Alexander Schlegel et al. *PNAS* October 1, 2013 110 (40) 16277-16282.
11. Bernard J Baars. Global Workspace Theory of Consciousness: Toward a Cognitive Neuroscience of Human Experience. *Review Prog Brain Res* 2005; 150:45-53.
12. Fauconnier G. Mental Spaces, in D. Geeraerts, H. Cuyckens (Eds) *The Oxford Handbook of Cognitive Linguistics*.

**REFERENCES**

1. Aleksandrov, Iu.I., Gorkin, A.H., Sozinov, A.A., Svarnik, O.E., Kuzina, E.A., Havrilov, V.V. (2014) *Nejronnoe*

*obespechenie naucheniya i pamyati* [Neural Provision of Learning and Memory]. Moskva.

2. Alakhverdov, V.M., Voskresenskaya, E.U., Naumenko, O.V. (2008) *Soznanie I kognitivnoe bessoznatelnoe* [Consciousness and Cognitive Unconsciousness]. SPb.
3. Benderskaya, E.N., Pereshein, A.O. (2015). *Haoticheskie modeli gippokampa v zadachax raspoznavaniya dinamicheskix obrazov* [The Chaotic Model of Hippocampus in Tasks of Recognition of Dynamic Images] SPb.
4. Emelyanova, T.V. (2019) *Mentalnyi prostir yak kharakterystyka stupenia pozvytku kognityvnykh zdibnostei osobystosti u navchalnomu protsesi* [Mental Space as a Characteristic of the Degree of Development of Cognitive Abilities of the Individual in the Educational Process].
5. Emelyanova, T.V. (2018) *Pro formuvannia kohnityvnykh zdibnostei spryiniattia y usvidomlennia yak bazovykh skladovykh protsesu rozuminnia v navchalnomu protsesi*. [On the formation of cognitive abilities of perception and awareness as basic components of the process of understanding in the learning process.].
6. Emelyanova, T.V. (2017) *Mekhanizm rozvytku kognitivnogo prostoru studentiv v protsesi matematichnoi pidgotovki v suchsnomu universiteti* [About the Mechanism of the Development of Cognitive Space of Students in the Process of Mathematical Preparation in Modern University].
7. Makin, R.S., Lissin, V.V. (2013) *Neirodinamicheskij podxod v issledovanii mexanizmov individualnoj chelovecheskoj pamyati* [Neurodynamic Processes of Organization and Synchronization in the Human Brain Structures]. Dimitrov.
8. Osorina, M.V. (2017) *Mentalnie prostranstva kak psicheskaya realnost* [Mental spaces as mental reality]. SPb.
9. Rabinovich, M.I., Muezzinoglu, M. K. (2010) *Nelineinaya dinamika mozga i intelektualnaya deyatelnost* [Nonlinear dynamics of the brain: emotion and cognition].
10. Schlegel, Alexander, Kohler, Peter J., Fogelson, Sergey V. Alexander, Prescott, Konuthula, Dedeepya, Tse, Peter Ulric (2013) *Network structure and dynamics of the mental workspace*.
11. Baars, Bernard J (2005) *Global Workspace Theory of Consciousness: Toward a Cognitive Neuroscience of Human Experience*.
12. Fauconnier, G. (2012) *Mental Spaces, in D. Geeraerts, H. Cuyckens (Eds)*

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА**

**ЕМЕЛЬЯНОВА Тетяна Вікторівна** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

**Наукові інтереси:** проблеми розвитку розумових здібностей, що визначає подальше розробку освітніх технологій з метою формування та вдосконалення складових професійно-математичної компетентності здобувачів.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**EMELYANOVA Tetyana Viktorivna** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Kharkiv National Automobile and Highway University.

**Circle of research interests:** problems of development of mental abilities that define further establishment of educational technologies with the aim of forming and improvement of components of mathematical competence of students.

Стаття надійшла до редакції 05.09.2020 р