

DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623392>

Модель когнитивной активности человеческого мозга на основе математического аппарата квантовой механики

А.Ю. Петухов^{1, 3*}, Ю.В. Петухов²¹ Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук, Москва, Российская Федерация;² Институт прикладной физики Российской академии наук, Нижний Новгород, Российская Федерация;³ Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Проблема описания процессов передачи и обработки информации индивидом является фундаментальной для современной когнитивной науки. В своё время появились уникальные естественнонаучные модели передачи информации от индивида к индивиду [1], моделирования когнитивной активности [2] и другие. Однако многие из представленных моделей либо слабо масштабируемы, либо недостаточно формализованы и поэтому не позволяют фундаментально объяснить процессы передачи информации и её искажения в результате взаимодействия с внешней коммуникативной средой.

Также одним из аспектов когнитивной деятельности человека является тот факт, что человек мыслит не на основе кода (подобного в ЭВМ), а на основе взаимодействующих многочисленных образов. Данные образы хотя и имеют вполне конкретную материальную структуру в основе своего функционирования (а именно: электрическая и химическая активность в головном мозге человека), их описание затруднено по ряду причин с точки зрения обычных математических моделей [3].

Поэтому в данной работе предлагаются новые методы описания активности информационных образов/репрезентаций (которые, в свою очередь, моделируют когнитивную активность индивида) на основе математического аппарата автоколебательной и обычной квантовой физики (потенциальных ям и виртуальных частиц, используемых в физике для описания фундаментальных взаимодействий [4]). Авторы не рассматривают когнитивные системы как квантовые и исходят исключительно из феноменологического подхода.

Цель работы. Разработка модели когнитивной активности человеческого мозга на основании математического аппарата автоколебательной квантовой механики с точки зрения теории информационных образов/репрезентации.

Методы. Кратко даётся описание предлагаемой теории [5], обсуждается сходство характерных свойств информационных образов/репрезентаций (ИО) с некоторыми элементарными частицами, в частности с виртуальными фейнмановскими частицами. Демонстрируется представление человеческого разума в виде одномерной потенциальной ямы с конечными стенками разного размера и внутренним потенциальным барьером, моделирующим границу между сознанием/подсознанием. Авторами поведена параметризация с учётом предлагаемой теории.

В результате предлагаются основы математического аппарата, сначала на основе классической квантовой механики, затем с использованием математического аппарата автоколебательной квантовой механики. Данный аппарат не является общепризнанным (что для нас не принципиально, так как мы его модифицируем и применяем не к квантовой системе), однако с его помощью представляется возможным прогнозирование частных когнитивных функций человеческого мозга. Получено уравнение функции состояния для информационного образа, участвующего в когнитивной активности индивида.

Таким образом, в рамках проведённого исследования были сделаны первичные расчёты для функций состояния информационных образов/репрезентаций на основе компьютерной модели, а также выведены закономерности движения информационного образа внутри и снаружи.

Ключевые слова: когнитивная активность; виртуальные частицы; информационные образы; репрезентации; уравнение Шрёдингера; потенциальная яма; автоколебательная квантовая механика.

Как цитировать:

Петухов А.Ю., Петухов Ю.В. Модель когнитивной активности человеческого мозга на основе математического аппарата квантовой механики // Гены и клетки. 2023. Т. 18, № 4. С. 637–639. DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623392>

Рукопись получена: 14.05.2023

Рукопись одобрена: 26.11.2023

Опубликована online: 20.01.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров Ю.И. Закономерности актуализации индивидуального опыта и реорганизации его системной структуры: комплексное исследование // Труды Института системного анализа Российской академии наук. 2011. Т. 61, № 3. С. 3–24.
2. Vandekerckhove J. A cognitive latent variable model for the simultaneous analysis of behavioral and personality data // *Journal of Mathematical Psychology*. 2014. Vol. 60. P. 58–71. doi: 10.1016/j.jmp.2014.06.004
3. Анохин К.В. Генные зонды для картирования нервных сетей при обучении // Принципы и механизмы деятельности мозга человека. Ленинград : Наука, 1989. С. 191–192.
4. Физика микромира / под ред. Ширкова Д.В. Москва : Советская энциклопедия, 1980. 527 с.
5. Petukhov A.Y., Polevaya S.A. Modeling of cognitive brain activity through the Information Images Theory in terms of the bilingual Stroop test // *International Journal of Biomathematics*. 2017. Vol. 10, N 7. P. 1750092. doi: 10.1142/S1793524517500929

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

* А.Ю. Петухов; адрес: Российская Федерация, 125047, Москва, Миусская пл., д. 4; e-mail: Lectorr@yandex.ru

DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623392>

Model of cognitive activity of the human brain based on the mathematical apparatus of quantum mechanics

A.Yu. Petukhov^{1,3*}, Yu.V. Petukhov²¹ Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation;² Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences, Nizhny Novgorod, Russian Federation;³ National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation

ABSTRACT

Describing the transmission and processing of information by an individual is a fundamental issue in modern cognitive science. Previously, unique scientific models for information transfer between individuals [1], as well as models for cognitive activity [2], were developed. However, numerous presented models lack scalability and formalization, hindering their ability to provide a comprehensive explanation for information transfer processes and their distortion due to interaction with the external communicative environment.

One aspect of human cognitive activity is that individuals think not based on a code, as a computer does, but through the interaction of various mental images. Despite the fact that these images have a specific material foundation in the form of electrical and chemical activity in the human brain, describing them using conventional mathematical models presents several difficulties [3].

Therefore, this paper suggests novel techniques for describing information images/representations' functioning, which simulate an individual's cognitive activity. These methods rely on the mathematical models of self-oscillatory and conventional quantum physics (including potential wells and virtual particles conventionally used in the physical domain) for characterizing basic interactions [4]. The authors adopt a phenomenological perspective and do not regard cognitive systems as quantum.

The aim of this study is to establish a model for cognitive function in the human brain using the mathematical principles of self-oscillating quantum mechanics from the perspective of information imaging and representation.

Methods. The theory proposes [5] that information images/representations (IR) share characteristic properties with virtual Feynman particles and other elementary particles. The human mind is presented as a one-dimensional potential well with finite walls of varying sizes and an internal potential barrier that simulates the boundary between consciousness and subconsciousness. The authors have applied parametrization based on this theory.

As a result, we propose the foundations of the mathematical apparatus based on classical quantum mechanics, followed by the mathematical apparatus of self-oscillating quantum mechanics. The latter, though little known, may allow to predict certain cognitive functions of the human brain by modifying and applying it to non-quantum settings. An equation is derived for the state function of the information image of an individual engaging in cognitive activity.

Primary calculations were conducted on the state functions of information images using a computer model. The movement patterns of the information image within and outside were then deduced.

Keywords: cognitive activity; virtual particles; information images; representations; Schrödinger equation; potential well; self-oscillating quantum mechanics.

To cite this article:

Petukhov AY, Petukhov YV. Model of cognitive activity of the human brain based on the mathematical apparatus of quantum mechanics. *Genes & Cells*. 2023;18(4):637–639. DOI: <https://doi.org/10.17816/gc623392>

REFERENCES

1. Aleksandrov Yul. Zakonomernosti aktualizacii individual'nogo opyta i reorganizacii ego sistemnoj struktury: kompleksnoe issledovanie. *Trudy Instituta sistemnogo analiza Rossijskoj akademii nauk*. 2011;61(3):3–24. (In Russ).
2. Vandekerckhove J. A cognitive latent variable model for the simultaneous analysis of behavioral and personality data. *Journal of Mathematical Psychology*. 2014;60:58–71. doi: 10.1016/j.jmp.2014.06.004
3. Anohin KV. Gennye zondy dlya kartirovaniya nervnyh setej pri obuchenii. *Principy i mekhanizmy deyatel'nosti mozga cheloveka*. Lenin-grad: Nauka; 1989:191–192. (In Russ).
4. Shirkov DV, editor. *Fizika mikromira*. Moskva: Sovetskaya enciklopediya; 1980. 527 p. (In Russ).
5. Petukhov AY, Polevaya SA. Modeling of cognitive brain activity through the Information Images Theory in terms of the bilingual Stroop test. *International Journal of Biomathematics*. 2017;10(7):1750092. doi: 10.1142/S1793524517500929

AUTHORS' CONTACT INFO

A.Yu. Petukhov; address: 4 Miusskaya sq., 125047 Moscow, Russian Federation; e-mail: Lectorr@yandex.ru

Received: 14.05.2023**Accepted:** 26.11.2023**Published online:** 20.01.2024