

CONTENTS

Special Issue Dedicated to the Centenary of Quantum Mechanics

Editors: Dr., Prof. Valentin A. Bazhanov, Dr. Vladislav E. Terekhovich



EDITORIAL

*Vladislav E. Terekhovich. Quantum Revolution
or Revolutionary Transformations?*.....6



PANEL DISCUSSION

*Arkady Plotnitsky. Heisenberg's Pythagorean Revolution:
from Quantum Jumps to Matrix Algebra, and Beyond*.....25
Jan Faye. A Note on Plotnitsky's Notion of a Reality without Realism.....43
Gregg Jaeger. Heisenberg's Representation of Quantum Reality.....50
*Andrei Khrennikov. Reality without Realism vs Bild Conception
as Complementary Approaches to Scientific Realism*.....56



EPISTEMOLOGY & COGNITION

*Raoni Arroyo, Jonas R.B. Arenhart. A Prolegomenon to a Metaphysics
of Non-Individuals for Quantum Mechanics*.....59



LANGUAGE & MIND

*Valentin A. Bazhanov. Is It Possible to Apply Quantum Mechanics
to Explain Consciousness and Brain Functioning?*.....82



VISTA

*Tomasz Bigaj. Why Quantum Predicates Are Not Mass Terms:
An Exercise in the Semantics and Metaphysics of Quantum Theory*.....97
*Matías Pasqualini, Sebastian Fortin. Interpretation
of Quantum Mechanics and the Ontology of Phonons*.....114



CASE STUDIES – SCIENCE STUDIES

*Valia Allori. On Quantum Mechanics and the Pilot-Wave Theory:
Empirical Equivalence and Other Objections*.....133
*Vassilios Karakostas, Panagiotis Kalyvas. Objectivism vs Perspectivism:
Traditional Hermeneutics of Science and the Contemporary
Quantum Paradigm*.....151



INTERDISCIPLINARY STUDIES

*Massimiliano Sassoli de Bianchi. Hartman Effect, Time-Delays,
and the Non-spatial Nature of Quantum Particles*.....175



ARCHIVE

*Amitabh Vikram Dwivedi. Quantum Language Games:
Wittgensteinian Perspectives on the Discourse of Quantum Mechanics*.....191



NEW TRENDS

*Andrei Yu. Sevalnikov. Review of Carlo Rovelli's Book "Helgoland:
The Wonderful and Strange World of Quantum Physics"*.....213
*Alexander A. Fursov. Review of E. Gibney's Article
"Physicists Disagree Wildly on What Quantum Mechanics Says
about Reality, Nature Survey Shows"*.....222

IN MEMORIAM

Vladimir I. Arshinov (1941–2025).....231

СОДЕРЖАНИЕ

Тематический выпуск к 100-летию квантовой механики

Редакторы – д.ф.н., проф. В.А. Бажанов, к.ф.н. В.Э. Терехович



РЕДАКЦИОННАЯ СТАТЬЯ

Владислав Терехович. Квантовая революция или революционные трансформации?.....6



ПАНЕЛЬНАЯ ДИСКУССИЯ

Аркадий Плотницкий. Пифагорейская революция Гейзенберга: от квантовых скачков к матричной алгебре и далее.....25

Ян Файе. Заметка о представлении Плотницкого о реальности без реализма.....43

Грегг Егер. Представления Гейзенберга о квантовой реальности.....50

Андрей Хренников. «Реальность без реализма» vs «Bild-концепция» как комплементарные подходы к научному реализму.....56



ЭПИСТЕМОЛОГИЯ И ПОЗНАНИЕ

Арройо Раони, Йонас Беккер Аренхарт. Прологомены к метафизике неиндивидуальностей для квантовой механики.....59



ЯЗЫК И СОЗНАНИЕ

Валентин Бажанов. Возможно ли применить квантовую механику для объяснения сознания и работы мозга?.....82



ПЕРСПЕКТИВА

Томаш Бигаи. Почему квантовые предикаты не являются вещественными именами: упражнение в семантике и метафизике квантовой теории.....97

Матиас Паскуалини, Себастьян Фортин. Интерпретация квантовой механики и проблема онтологического статуса фононов.....114



СИТУАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Валиа Аллори. Квантовая механика и теория пилот-волны: эмпирическая эквивалентность и другие возражения.....133

Вассилиос Караkostас, Панагиотис Каливас. Объективизм против перспективизма: традиционная герменевтика науки и современная квантовая парадигма.....151



МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Массимилиано Сассоли де Бьянки. Эффект Хартмана, временные задержки и непространственная природа квантовых частиц.....175



АРХИВ

Амитаб Викрам Двivedи. Квантовые языковые игры: Витгенштейновские перспективы дискурса квантовой механики.....191



ТЕНДЕНЦИИ

Андрей Севальников. Обзор книги К. Ровелли «Гельголанд. Красивая и странная квантовая физика».....213

Александр Фурсов. Обзор статьи Э. Гибни «Исследование *Nature* показало, что физики широко расходятся во взглядах о том, что квантовая механика говорит о реальности».....222

IN MEMORIAM

Памяти Владимира Ивановича Аршинова (1941–2025).....231

Возможно ли применить квантовую механику для объяснения сознания и работы мозга?

Бажанов Валентин

Александрович –

заслуженный деятель науки
РФ, доктор философских
наук, профессор.

Ульяновский государственный
университет.

Российская Федерация,

432017, г. Ульяновск,

ул. Л. Толстого, д. 42;

e-mail: vbazhanov@yandex.ru



В статье ставится задача обсудить проблему применимости квантово-механических представлений к анализу механизмов работы мозга и природы сознания. Достаточные и адекватные ли эти инструменты для решения этой проблемы? Показывается, что, несмотря на многочисленность попыток, принятых в этом направлении, о сколько-нибудь значимом прогрессе здесь говорить сложно: хотя пересечение и активное взаимодействие квантовой теории и нейронауки формирует своего рода «зону обмена», позволяя утверждать о формировании «квантовой нейрофизики», тенденции к физикализму и редукционизму, обычно сопряженные с применением квантовой механики, позволяют рассуждать о нелокальности нейронных сетей лишь по аналогии с квантовой нелокальностью, не затрагивая глубинную машинерию функционала этих сетей, включая процессы их синхронизации. Хотя концепция модулярности Дж. Фодора в контексте философии холизма и идеи биокультурного со-конструктивизма и подводит к мысли о возможности преломить дополительность Н. Бора к осмыслению работы мозга, но в реальности наличие здесь квантовых эффектов на уровне мозга как целостной системы не столь очевидно. Выражение мысли в слове, которое означает преобразование непрерывного спектра в дискретное образование, лишь с поверхностной точки зрения напоминает процесс редукции волновой функции. Можно заключить, что границы применимости квантово-механических представлений проходят по концептуальному пространству, которое лишь частично касается сущностных особенностей как мозга, так и сознания.

Ключевые слова: квантовая механика, мозг, сознание, нейрофизика, нелокальность, дополительность в смысле Н. Бора, модулярность, философия холизма, биокультурный со-конструктивизм

IS IT POSSIBLE TO APPLY QUANTUM MECHANICS TO EXPLAIN CONSCIOUSNESS AND BRAIN FUNCTIONING?

Valentin A. Bazhanov –

DSc in Philosophy, Professor.

Ulyanovsk State University.

42 L. Tolstoy St., 432017,

Ulyanovsk, Russian Federation;

e-mail: vbazhanov@yandex.ru

The article aims to discuss the problem of applicability of quantum-mechanical concepts to the analysis of the mechanisms of brain and the nature of consciousness. Are these tools sufficient and adequate to solve this problem? We claim that despite numerous attempts made in this direction it is difficult to speak about any significant progress. Although the intersection and active interaction between quantum theory and neuroscience forms a kind of “zone of exchange”, allowing us to claim the formation of “quantum neurophysics”, physicalism and reductionism, actually imposed by quantum mechanics, allow us to discuss the nonlocality of neural networks only by analogy with quantum nonlocality. This discussion actually do not touch the underlying



machinery of the functionality of these networks, including the processes of their synchronization. Although J. Fodor's concept of modularity in the context of holism philosophy and ideas of biocultural co-constructivism lead to the idea that it is possible to apply N. Bohr's complementarity to comprehension of brain functions, but in reality the presence of quantum effects at the level of brain as an integral system is not so obvious. The expression of thought in a word, which means the transformation of a continuous spectrum into a discrete one, only superficially resembles the process of wave function reduction. We can conclude that the boundaries of applicability of quantum-mechanical representations pass through the conceptual space, which does not capture to advance extent the essential features of neither brain, nor consciousness.

Keywords: quantum mechanics, brain, consciousness, neurophysics, nonlocality, additionality in the sense of N. Bohr, modularity, philosophy of holism, biocultural co-constructivism

*Памяти Александра Ивановича Панченко,
друга и тонкого исследователя в области
философии квантовой физики, посвящается*

То, что мы наблюдаем, – это не сама природа,
а природа сквозь призму нашего метода исследования.
Вернер Гейзенберг

Вскоре после создания квантовой механики, явившейся, как отмечалось в номере «Успехов физических наук», посвященном ее 50-летию, «примером объединения ученых разных стран для решения фундаментальных проблем науки» [Ельяшевич, 1977, с. 689], ввиду ее эффективности уже спустя год после появления она стала считаться «классической» [Тартаковский, 1927, с. 5] и возникли попытки применения ее представлений для объяснения явлений нефизического мира. Эти попытки со временем были распространены на феномен сознания [Цехмистро, 1981; Бажанов, 1985; Allori, 2025], механизмы работы мозга [Koch, Hepp, 2006] и вплоть до паранормальных явлений [Chari, 1956], причем эти попытки с удивительной регулярностью воспроизводятся едва ли не с момента возникновения квантовой теории¹. Они предпринимались такими видными учеными,

¹ Преломление представлений, рожденных в квантовой теории, вовсе не исчерпывается мозгом и сознанием. Среди наиболее экзотичных областей применения можно, например, назвать «квантовый менеджмент» [Zohar, 2022], «квантовую политику» [Aerts, 2005; Goswami, 2020], «квантовую психологию» [Wolinsky, 2000], якобы полезную в плане психологической реабилитации раковых больных [Ni et al., 2019], «квантовую социальную теорию» [Fuller, 2018; Alpalther, 2024], «квантовую теорию принятия решений» [Busemeyer et al., 2015], даже «квантовый подход к международным отношениям» [Albert, Bathon, 2020; Quantum International Relations, 2022] и «квантовый подход» к анализу юмора



как, например, лауреаты Нобелевской премии Б. Джозефсон, Дж. Эклз, а также выдающиеся физики Дж.А. Уилер и Ф. Дайсон. Так, Уилер под углом зрения ключевых квантовых принципов сопоставлял функционал мозга и компьютера и находил схожие моменты в их «работе»: «Оба (мозг и компьютер. – В.Б.) действуют по категорическому принципу “да – нет”, а не по принципу распределения внешних сигналов по их уровню» [Wheeler, 1982, p. 558]. Призывы изучать сознание (и деятельность мозга) с помощью концептуальных инструментов, которые предоставляет квантовая механика, звучат уже многие десятилетия и не утихают и в последнее время [Zhi, Xin, 2023, p. 2653–2654; Kyriazos, Poga, 2024]. Важным мотивом такого рода попыток служила и служит идея, восходящая к трудам И. фон Неймана и Ю. Вигнера о том, что сознание принимает участие в так называемом процессе редукции волновой функции². Выражение мысли в слове, по мнению энтузиастов, уверенных в научном статусе квантовой психологии [Oshins, 1997; Wolinsky, 2000, p. 138–140], означает преобразование непрерывного спектра в дискретное образование, хотя момент, когда осознается некоторая подсознательная установка, лишь с поверхностной точки зрения напоминает процесс редукции волновой функции.

Внушительная по продолжительности история внефизических приложений квантово-механических представлений подводит к вопросу о том, в какой мере их можно считать эффективными:

1) в смысле приближения к пониманию природы сознания и мозга;

2) подводят ли они к обозначению (хотя бы приблизительных) границ применимости такого рода представлений, объясняющих особенности функционирования мозга и возникновения сознания?

Являются ли они фундаментами для моделирования функций и особенностей сознания/мозга или же они преследуют иные цели? Действительно, квантовые представления часто используются для создания некоторого рода моделей сознания, мозга и их взаимодействия [Schwartz et al., 2005; Sergi et al., 2023]. Если вспомнить высказывание крупного британского математика и статистика Джорджа Бокса, все модели ошибочные, но некоторые полезные. Действительно ли полезны квантово-механические модели сознания/мозга, в какой мере они проливают новый свет на их функционалы?

[Gabora, Kitto, 2017]. Писатели и деятели киноискусства посвящают свои книги и фильмы «квантовой любви» [Berman, 2017; Quantum Love, 2014]. И это не случайность: квантовый «мир» полон тайн, необычен по своей природе и тем самым притягателен не только для физиков, но и для широкой публики.

² Это важное для понимания сущности квантовых представлений явление допускает целый спектр правдоподобных интерпретаций, например, под углом зрения байесовской идеологии [Ballantine, 2020, p. 12].



О попытках экспансии квантовых идей за пределы квантовой механики

Складывается впечатление, что, несмотря на сотни – если не тысячи! – трудов, посвященных указанным проблемам, сколько-нибудь удовлетворительного понимания природы сознания и механизмов работы мозга с помощью квантовой теории так и не достигнуто, а пределы (границы) применимости квантово-механических идей в случае явлений нефизического мира так и не нащупаны сколько-нибудь отчетливо. Постараемся высказать некоторые аргументы в пользу справедливости приведенных выше оценок. Между тем одним из видных ученых, перешедших из физики элементарных частиц в нейрофизиологию, уверенно высказывается мнение, что применение в нейронауке физических методов и представлений, благодаря междисциплинарному потенциалу своего рода «зоны обмена», способно обогатить концептуальные аппараты и нейронауки, и самой физики [Abbott, Gaudenzi, 2024, p. 2–3].

Начать с констатации достаточно очевидного факта, что стремление преломить квантово-механические представления по отношению к явлениям нефизической природы можно охарактеризовать как лежащие в русле таких когнитивных установок, которые соответствуют стратегическим устремлениям физикализма [Kauffman, Radin, 2023]³. В самом этом факте не находится указание на то, что ни квантовый, ни тем более классический физикализм⁴ в принципе здесь не могут быть пригодны, но, если учесть особенности квантовой реальности и реальность в виде сознания (имея в виду и квалиа), то такого рода экстраполяции идей, работающих в одной области (в микромире) на другую область (сознание, мозг), следует осмысливать в терминах редукционизма со всеми необходимыми компонентами редукционизма как метода познавательной деятельности, по сути дела созвучного по своим установкам элиминативному материализму.

³ Включая и его «разновидности», основанные на химических или биохимических концепциях [Deumier, Runge, 2020]. Впрочем, еще в 1982 г. выдающийся физик Р. Фейнман выражал серьезные сомнения в том, что особенности квантово-механических процессов можно моделировать на компьютерах «классического» типа [Feynman, 1982, p. 485].

⁴ Физикализм восходит к стратегическим устремлениям сторонников Венского кружка (прежде всего Р. Карнапа, О. Нейрата и М. Шлика) придать языку физики универсальный характер. Особенности классического и квантового физикализма в исследованиях феномена сознания рассмотрены Р. Миттельштадтом [Mittelstaedt, 2010, p. 287–292]. В мозге примерно 10^{11-12} нейронов. С классической точки зрения в мозге возможно 10^{15-16} их различных соединений. С квантовой же число корреляций между различными нейронами возрастает до 10^{24-25} , причем которые относятся к далеко отстоящим друг от друга областям мозга.



Апелляция к становлению так называемой «квантовой нейрофизики» [Tarlaci, Pregnatalo, 2016] и/или «квантовой нейробиологии», в которой действуют нелинейные законы, включая электромагнитные потоки [Jedlicka, 2017; Swan et al., 2022; Baloh, 2024], вообще говоря, остроту проблемы вовсе не снимает. Действительно, допустимо рассуждать о том, что квантовая теория способна предсказывать траекторию эволюции биологической системы [Torday, 2018]. Можно говорить о наличии некоторых аналогий в статусе и функционировании квантово-механических явлений и сознания, а также мозга с его пластичностью и нелокальным характером функционала нейронных сетей [Tarlaci, 2010, p. 66], но, как известно, метод, называемый аналогией, дает только правдоподобное знание, причем весьма низкой степени достоверности, но в то же время он важен для анализа уникальных явлений.

Разброс мнений по поводу необходимости привлечения квантово-механических представлений для объяснения работы мозга и нейронных сетей весьма велик.

Так, высказывается мысль, что квантовые эффекты в живых организмах, включая мозг, могут проявлять себя хотя бы по той причине, что клетки претерпевают апоптоз, на молекулярном уровне происходят разного рода изменения типа динамики теломер [Adams, Petruccione, 2020; Bisiani et al., 2023]. Все это состоит из атомов, а их ансамбли образуют более крупные по размеру структуры, например молекулы. Однако, как принято считать [Jedlicka, 2017, p. 3; Majd, 2023, p. 35], они не дают о себе знать на макроуровне по той причине, что квантовые флуктуации здесь как бы гасят друг друга, усредняются.

Вместе с тем попытки представить функционал работы мозга в виде «квантового компьютера» вряд ли можно считать перспективными, поскольку в данном случае более полную и детальную картину способен обеспечить подход, основанный на идее интерпретации мозга под углом зрения вычислений, производимых нейронными сетями [Litt et al., 2006, p. 594]. Если исходить из современных нейрофизиологических представлений, то можно заключить, что квантовые процессы не играют сколько-нибудь важной роли в осуществлении и управлении информационными потоками между областями мозга. Будучи (нейро)биологической системой, мозг не нуждается в объяснении посредством квантовых представлений. Кроме того, неизвестны сколько-нибудь веские причины, которые заставляли бы нас привлекать квантовую механику для описания работы мозга [Ibid., p. 595–596]. Между тем начинают разрабатываться модели квантовых нейронных сетей, особые надежды на которые возлагаются в задачах глубинного обучения (deep learning) [Beer et al., 2020], а также квантовые сенсоры, которые могут существенно повысить точность любых измерительных процедур, включая измерения состояний



биологических объектов, и которые могут иметь важные приложения в военной сфере и в обеспечении национальной безопасности.

Мозг работает как своего рода устройство, важнейшая задача которого состоит в предсказании характера изменений среды, в которой живет и действует носитель данного мозга. Считается, что несовместимость каналов обработки информации «сверху-вниз (top-down)» и «снизу-вверх (bottom-up)», т.е. с использованием, вовлечением в поиск и решение доопытного знания и, напротив, с опорой только на сенсорную информацию, придает идее дополнительности в смысле Н. Бора, составляющей один из ключевых квантово-механических принципов, статус «естественного индикатора» человеческого познания [Mastrogiorgio, 2022, p. 9–10], эвристическое значение которого для психологии трудно переоценить [Wang, Busemeyer, 2015]. Надо также иметь в виду, что идея Бора сохраняет свое непреходящее значение независимо от других интерпретаций квантово-механического формализма [Covoni et al., 2025, p. 52]. Таким образом, появляется возможность говорить о «квантовом предсказательном мозге».

Впрочем, подход к анализу функционирования мозга с позиций принципа дополнительности известен достаточно давно [Grossberg, 2000, p. 233–235]. В основе этого подхода лежит представление Дж. Фодором архитектуры мозга как модулярной системы, когда отдельные нейронные сети автономны, выполняют специфические задачи, важные для целей адаптации, способны взаимодействовать в рамках целостной системы, но механизмы их «работы» в некотором смысле не вполне совместимы. Это позволяет рассуждать о мозге как о системе, функционал которой реализует отношение дополнительности на онтогенетическом уровне [Grossberg, 2004, p. 423–427]. Другими словами, здесь работает не квантовая теория как таковая, а ее интерпретация в виде идеи дополнительности, восходящей к прозрению Н. Бора, которая может считаться обобщением классического способа описания реальности, несоразмерной нашему макроскопическому опыту, и которая состоит в неклассическом употреблении классических понятий.

Отталкиваясь от того непреложного факта, что клетки мозга имеют атомное строение, лауреат Нобелевской премии по физике Р. Пенроуз и С. Хамерофф уже не один десяток лет настаивают на явлении, названное ими «объективной редукцией». Оно возникает в каналах микротубулина (микротрубках), которые, по их мнению, несут ответственность за возникновение сознания [Пенроуз, 2004а, с. 130–135; Penrose, Hameroff, 1996; Penrose, Hameroff, 2011; Hameroff, Penrose, 2014, p. 73–74]. При этом Пенроуз убежден, что «наше сознательное поведение является существенно “невычислительным процессом”» [Пенроуз, 2004б, с. 184]. В момент, когда суперпозиции частиц тубулина достигают некоторых критических значений,



и возникает феномен сознания. В пользу данного эффекта, утверждают ученые, говорит действие анестетиков и органоидов, которые блокируют квантовые каналы микротубулина, и тем самым сознание человека «выключается». В некотором смысле это модельное объяснение явления. Вопрос заключается в том, является ли оно объективным и помогающим понять природу сознания.

Часто к проявлениям действия квантовых законов в области мозга (и репрезентации их в сознании) относят процессы синхронизации нейрональной активности, которые с внешней точки зрения напоминают эффекты квантового сцепления (спутанности), наиболее ярко проявляющиеся в эффектах, относящихся к квантовой нелокальности. Между тем синхронизация – это явление, которое заключается в коллективном возбуждении большого числа элементов на макроскопическом уровне, и оно наблюдается едва ли не на всех структурных уровнях материи – от механического движения до социальных процессов. Оно никак не может считаться присущим лишь квантовой реальности, и тем самым процессы синхронизации нейрональной активности предпочтительно рассматривать в контексте проявления некоторой универсальной закономерности, пронизывающей все страты объективной реальности [Бажанов, 1983, с. 78–79]. Как в своей Нобелевской лекции, оценивая заслуги А. Эйнштейна, сказал А. Салам: согласно методологии, восходящей к Эйнштейну, природа экономит на фундаментальных принципах, а не на структурах, где они себя проявляют [Салам, 1980, с. 244].

Дело, как нам кажется, не в наличии более или менее близких аналогий и/или сходства между сознанием, функционалом работы мозга и квантовыми явлениями, квантовой идеологией, а в принципиальном игнорировании, по меньшей мере в недостатке учета того важнейшего обстоятельства, что и формирование сознательной деятельности, и развитие мозга, способного осуществлять мыслительные операции, не может происходить вне социального окружения, помимо и вне культуры, все изменения в которых «отпечатываются» и в нейронных сетях мозга и, соответственно, воспроизводятся в разных формах активности сознания. Если подходы к моделированию работы мозга/сознания основываются на квантовых представлениях, что позволяет их причислить к физикалистским, т.е. осуществляющим процедуры редукции, то в контексте идеи биокультурного соконструктивизма [Бажанов, 2019] вырисовывается иная картина. Согласно этой идее, в границах целостной системы мозг – культура – социум постоянно происходит обмен между ее различными компонентами, который преобразует их природу, модус проявления и траектории развития, а следовательно, «автономное» существование любого из указанных компонентов вне и помимо связи с другими в рамках данной целостности фактически невозможно, или, во всяком случае, оно не будет полноценным в смысле воссоздания



и исчерпания всех заложенных в него потенций. Это означает не только необходимость смены редукционистской методологии методологией по своей сущности холистической⁵, но и – по меньшей мере – понимание квантовой нелокальности в духе, который бы соответствовал целостности системы функционирования. Допускает ли в принципе квантовая механика такого рода подход – вопрос открытый, хотя Д. Бом, возможно, под влиянием понимания «явления» в духе Н. Бора, еще в конце 1970-х гг. настаивал на такой интерпретации квантовой теории, которая в явном виде должна учитывать факт целостности объективно-реальных явлений [Bohm, 1980]. К этому факту могут примыкать и последствия эффекта Ааронова – Бома, хотя по отношению к биологическим объектам он исследован довольно поверхностно [Aharonov et al., 2016]. Наиболее вероятный ответ на поставленный выше вопрос, скорее всего, отрицательный, а следовательно, к результатам моделирования функций сознания/мозга можно предъявить серьезные претензии в смысле их полезности (если вспомнить приведенное выше суждение Дж. Бокса и тот факт, что воспроизводимость экспериментов в физике в среднем находится в пределах 70–80%).

Вместо заключения: о границах применения квантовых представлений

С формальной точки зрения, сохраняющей актуальность едва ли не с момента создания квантовой механики [Layton, Oppenheim, 2024], границы ее применимости определяются соотношением $\hbar \rightarrow 0$ (и переходом в область больших квантовых чисел; для хаотической системы надо еще предполагать, что $t \rightarrow \infty$), когда квантовая теория «стягивается» до классической (или классической статистической) механики⁶. Однако понятие «границы» в случае системы мозг –

⁵ Хотя считается, что идея модулярности Дж. Фодора в некоторых аспектах препятствует пониманию работы мозга в духе философии холизма [Levelt, 2016, p. 38–40]. Вряд ли, однако, это возражение можно принять без серьезных оговорок: модулярность подтверждается во множестве экспериментов и проявляет себя даже на «обыденном» уровне, когда, например, в результате инсульта затрагиваются области мозга, отвечающие за речь, человек испытывает затруднения в построении отдельных фраз и поиске подходящих слов, но уровень и навыки абстрактного мышления никоим образом не страдают. Возможно, недостаток идеи модулярности заключается в том, что она существенно принижает роль социально-культурных факторов в восприятии (визуальном или тактильном) и в познании в целом, о чем значительно ранее Фодора рассуждал Дж. Брунер.

⁶ Нюансы этого перехода обсуждаются, например, А. Бокулич [Bokulich, 2008, p. 14–20, 135–145].



культура – социум в некотором смысле теряет смысл, подталкивая к пониманию работы мозга в духе философии холизма, не отвергающей вместе с тем учение модулярности Фодора, – духе, который в целом соответствует идее биокультурного со-конструктивизма, но такого рода понимание во многом может быть достигнуто без плотного привлечения квантовой теории. Кроме того, если ограничиваться квантово-механическими представлениями, то открытым остается вопрос о том, сохраняется ли линейность основного уравнения квантовой теории (уравнения Шрёдингера) в макроскопической области и при каких условиях это может реализовываться. Для оценки когнитивного статуса «квантовой нейрофизики» данное соображение является важным. Необходимо также иметь в виду, что имеются довольно серьезные основания сомневаться в корректности (при определенных условиях) приложений квантовой механики к некоторым макроскопическим образованиям [Marcus, Hornberger, 2014; t’Hooft, 2015], хотя принято считать, что классическая физика, согласно принципу соответствия, является предельным случаем квантовой, но это отношение, как показано А. Бокулич [Bokulich, 2008] не может пониматься упрощенно.

Попытки более определенно нащупать пределы применимости квантовой механики предпринимаются давно [Josephson, 1988] вплоть до последнего времени [Kanari-Naish, 2021], включая те ее аспекты, которые относятся к пониманию природы сознания и работы мозга [Atmanspacher, 2020], но сколько-нибудь приемлемой ясности на сей момент не достигнуто⁷. Апелляция к идее о том, что «мозг ведет себя как неклассическая система» [Kerskens et al., 2022], какой-либо ясности в решение вопроса не вносит. Р. Пенроуз, посвятивший в 2010–2011 гг., как мы видели выше, некоторые свои труды проблеме приложения квантовых идей к сознанию, в 2022 г. снова подчеркнул, что «понимание сознания лежит за границами вычислительной физики» [Penrose, 2022]. Возможно, что эта ситуация является индикатором состояния «стагнации» современной физики, которая выражается в дефиците новых «сумасшедших» идей и их верификации [De Sutter, 2025]. Поэтому и наше предположение относительно границы квантовых представлений, которая не достигает системы мозг – культура – социум, вообще говоря, носит гипотетический характер. Дело не идет далее поиска параллелей между квантовыми явлениями (типа суперпозиции, запутанности⁸, туннелирования, декогеренции) и их психологическими аналогами, которые относятся

⁷ Впрочем, и столетие спустя создания квантовой механики возникают довольно серьезные сомнения в том, что сущность и глубина квантовых идей понимается в полной мере, причем об этом сомнении говорится в ведущем научном журнале мира *Nature* в момент, когда отмечается 100 лет с ее создания [Carroll, 2025].



к сознанию и/или мозгу, утверждения их своеобразной «дополнительности», а также «связанности», «запутанности» (взаимообусловленности) социальных явлений, на которые указывают сторонники «квантовой социологии». Такой подход чреват попаданием в (невольный) плен метафор и довольно туманных ассоциаций, который и превалирует в попытках применить идеи квантовой теории вне собственно физики. Такое заключение вовсе не отменяет оценку квантовой механики как величайшего достижения человеческой мысли, перевернувшего наши представления о мире, его устройстве и заложившего фундамент целой серии технологических революций⁹.

Впрочем, нельзя исключить ситуацию, что когда-то будет найдена такая аналогия между квантовой механикой и работой человеческой психики и мозга, которая может быть реализована на строгом концептуальном уровне. Конечно, заранее предсказать это невозможно. В любом случае квантовая механика открыла новые концептуальные перспективы; вопрос заключается в том, как возможно и возможно ли вообще найти способы их реализации по отношению к сознанию и мозгу.

Список литературы

Бажанов, 1983 – *Бажанов В.А.* Проблема полноты квантовой теории: поиск новых подходов (философский аспект). Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1983. 104 с.

Бажанов, 1985 – *Бажанов В.А.* Квантово-механический подход к проблеме сознания // *Материя и сознание* / Ред А.И. Панченко. М.: ИНИОН АН СССР, 1985. С. 139–152.

Бажанов, 2019 – *Бажанов В.А.* Мозг – культура – социум. Кантианская программа в когнитивных исследованиях. М.: Канон+, 2019. 288 с.

Ельяшевич, 1977 – *Ельяшевич М.А.* От возникновения квантовых представлений до становления квантовой механики // *Успехи физических наук*. 1977. Т. 122. Вып. 4. С. 673–717.

Пенроуз, 2004а – *Пенроуз Р.* Физика и разум // *Пенроуз Р., Шимони А., Карптрайт Н., Хокинг С.* Большое, малое и человеческий разум. М.: Мир, 2004. С. 96–138.

Пенроуз, 2004б – *Пенроуз Р.* Ответы Роджера Пенроуза // *Пенроуз Р., Шимони А., Карптрайт Н., Хокинг С.* Большое, малое и человеческий разум. М.: Мир, 2004. С. 169–184.

⁸ Стоит заметить, что явление запутанности фотонов при рассеянии частиц еще в 1949 г. наблюдала Ц. Ву, но оно тогда не привлекло внимания физиков и фактически было перестроено в 1982 г. А. Аспе и его коллегами.

⁹ Хотя некоторые перспективные технические приложения (квантовые компьютер и радар) так и не были реализованы, и пока нет ясности, возможны ли они в принципе.



Салам, 1980 – Салам А. Калибровочное объединение фундаментальных сил // *Успехи физических наук*. 1980. Т. 132. № 2. С. 229–253.

Тартаковский, 1927 – Тартаковский П.С. Затруднения теории квантов до «новой квантовой механики» // *Основания новой квантовой механики* / Ред. А.Ф. Иоффе. М.; Л.: Госиздат, 1927. С. 5–20.

Цехмистро, 1981 – Цехмистро И.З. Поиски квантовой концепции физических оснований сознания. Харьков: Вища школа, 1981. 176 с.

References

Abbott, Gaudenzi, 2024 – Abbott, L., Gaudenzi, R. “Theoretical Physics and Theoretical Neuroscience: What Each Can Learn from Each Other”, *Human Arenas*, 2024. DOI: 10.1007/s42087-024-00439-w.

Adams, Petruccione, 2020 – Adams, B., Petruccione, F. “Quantum Effects in the Brain: A Review”, *AVS Quantum Science*, 2020, vol. 2, 022901.

Aerts, 2005 – Aerts, D. “Towards a New Democracy: Consensus through Quantum Parliament” (preprint) [<https://arxiv.org/abs/physics/0503078>, accessed 10.02.2025].

Aharonov et al., 2016 – Aharonov, Y., Cohen, E., Rohlich, D. “Non-Locality in Aharonov-Bohm Effect”, *Physical Review A*, 2016, vol. 93, 042110.

Albert, Bathon, 2020 – Albert, M., Bathon, F.M. “Quantum and System Theory in World Society; Not Brothers and Sisters but Relatives Still?”, *Security Dialogue*, 2020, vol. 5 (5), pp. 434–449.

Allori, 2025 – Allori, V. “Quantum Mechanics and Consciousness”, J. Wilberding (ed.). *Oxford Philosophical Concept: World-Soul*. Oxford: Oxford University Press, 2025 (preprint).

Alpalther, 2024 – Aspalter, C. “Human Quantum Mechanics and Human Entanglement Theory: A New Paradigm for Social Sciences and Beyond”, *Social Development Issues*, 2024, vol. 46 (2), Article 5. DOI: <https://doi.org/10.3998/sdi.5983>.

Arndt, Hornberger, 2014 – Arndt, M., Hornberger, K. “Testing the Limits of Quantum Mechanical Superpositions”, *Nature Physics*, 2014, vol. 10 (4), pp. 271–277. DOI: 10.1038/nphys2863.

Atmanspacher, 2020 – Atmanspacher, H. “Quantum Approaches to Consciousness”, 2020 [<https://plato.stanford.edu/entries/qt-consciousness/>, 10.02.2025].

Ballantine, 2020 – Ballentine, L. “Reviews of Quantum Foundations”, *Physics Today*, 2020, vol. 73 (6), pp. 11–12.

Baloh, 2024 – Baloh, R.W. “Quantum Theory and Modern Neuroscience”, in: *Brain Electricity*. Cham: Springer, 2024 [https://doi.org/10.1007/978-3-031-62994-5_12].

Bazhanov, 1983 – Bazhanov, V.A. *Problema Polnoty Kvantovoy Teorii: Poisk Novykh Podkhodov (Filosofskiy Aspect)* [The Problem of Completeness of Quantum Theory: Search for New Approaches (Philosophical Aspect)]. Kazan: Kazan University Press, 1983. 104 pp. (In Russian)

Bazhanov, 1985 – Bazhanov, V.A. “Kvantovo-Mekhanicheskii Podkhod k Probleme Soznaniya” [Quantum-Mechanical Approach to the Problem of Consciousness],



in: A.I. Panchenko (ed.) *Materiya i Soznaniye [Matter and Consciousness]*. Moscow: INION AN SSSR, 1985, pp. 139–152. (In Russian)

Bazhanov, 2019 – Bazhanov, V.A. *Mozg – Kul'tura – Sotsium. Kantianskaya Programma v Kognitivnykh Issledovaniyakh [Brain – Culture – Society. Kantian Program in Cognitive Research]*. Moscow: Kanon+, 2019, 288 pp. (In Russian)

Beer et al., 2020 – Beer, K., Bondarenko, D. et al. “Training Deep Quantum Neural Networks”, *Nature Communications*, 2020, vol. 11, 808.

Berman, 2017 – Berman, L. *Quantum Love: Use Your Body's Atomic Energy to Create the Relationship You Desire*. Carlsbad, CA: Hay House LLC, 2017. XI, 395 pp.

Bisiani et al., 2023 – Bisiani, J., Anugu, A., Pentyala, S. “It's Time to Go Quantum in Medicine”, *Journal of Clinical Medicine*, 2023, vol. 12, 4506.

Bohm, 1980 – Bohm, D. *Wholeness and the Implicate Order*. London; New York: Routledge, 1980 (2005 edition). XIX, 284 p.

Bokulich, 2008 – Bokulich, A. *Reexamining the Quantum-Classical Relation: Beyond Reductionism and Pluralism*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. X, 195 p.

Bussemeyer et al., 2015 – Bussemeyer, J.R., Wang, Z., Shiffrin, R.M. “Bayesian Model Comparison Favors Quantum over Standard Decision Theory Account of Dynamic Inconsistency”, *Decision*, 2015, vol. 2 (1), pp. 1–12.

Carroll, 2025 – Carroll, S. “Why Even Physicists Still Don't Understand Quantum Theory 100 Years On”, *Nature*, February 3, 2025. DOI: 10.1038/d41586-025-00296-9 [<https://www.nature.com/articles/d41586-025-00296-9>, accessed on 11.02.2025].

Chari, 1956 – Chari, C.T.K. “Quantum Physics and Parapsychology”, *The Journal of Parapsychology*, 1956, vol. 20, no. 3, September.

Covoni et al., 2025 – Covoni, N., Macchia, G., Pietrini, D., Tarozzi, G. “Non-Standard Realistic Models of Quantum Phenomena and New Forms of Complementarity”, in: H.-P. Grosshans (ed.) *Models and Representations in Science. Comptes Rendus de l'AIPS*, 2025, vol. 3, pp. 39–54.

De Sutter, 2025 – De Sutter, A. “The Stagnation of Physics”, *AEON Magazine*, 2025, April 5.

Elyashevich, 1977 – Elyashevich, M.A. “Ot Vozniknoveniya Kvantovykh Predstavleniy do Stanovleniya Kvantovoy Mekhaniki” [From the Emergence of Quantum Ideas to the Formation of Quantum Mechanics], *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, 1977, vol. 122, Issue 4, pp. 673–717. (In Russian)

Feynman, 1982 – Feynman, R. “Simulating Physics with Computers”, *International Journal of Theoretical Physics*, 1982, vol. 21, no. 6–7, pp. 467–488.

Fuller, 2018 – Fuller, S. “A Quantum Leap for Social Theory”, *Journal for the Theory of Social Behavior*, 2018, vol. 48 (2), pp. 177–182. DOI:10.1111/jtsb.12166.

Gabora, Kitto, 2017 – Gabora, L., Kitto, K. “Toward a Quantum Theory of Humor”, *Frontiers in Physics*, 2017, vol. 4, 53.

Goswami, 2020 – Goswami, A. *Quantum Politics: Saving Democracy*. Los Angeles: Luminare Press, 2020. 332 pp.

Grossberg, 2000 – Grossberg, S. “The Complementary Brain: Unifying Brain Dynamics and Modularity”, *Trends in Cognitive Sciences*, 2000, vol. 4, no. 6, pp. 233–246.



Grossberg, 2004 – Grossberg, S. “The Complementary Brain: From Brain Dynamics to Conscious Experiences”, in: C. Kaernbach, E. Schroger, H. Müller (eds.) *Psychophysics beyond Sensation: Laws and Invariants of Human Cognition*. New York: Psychology Press, 2004, pp. 417–449.

Deymier, Runge, 2020 – Deymier, P.A., Runge, K. “Biochemical Basis of Quantum-like Neuronal Dynamics”, *Brain Multiphysics*, 2020, vol. 1, 100017.

Hameroff, Penrose, 2014 – Hameroff, S., Penrose, R. “Consciousness in the Universe: A Review of the ‘Orch OR’ Theory”, *Physics of Life Reviews*, 2014, vol. 11, pp. 39–78.

Jedlicka, 2017 – Jedlicka, P. “Revisiting the Quantum Brain Hypothesis: Toward Quantum (Neuro)biology?”, *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 2017, vol. 10, 366.

Josephson, 1988 – Josephson, B.D. “Limits to the Universality of Quantum Mechanics”, *Foundations of Physics*, 1988, vol. 18, pp. 1195–1204 [<https://doi.org/10.1007/BF01889431>].

Kanari-Naish, 2021 – Kanari-Naish, L. A., Clarke, J., Vanner, M.R., Laird, E.A. “Can the Displacemon Device Test Objective Collapse Models?”, *AVS Quantum Science*, 2021. DOI: 10.1116/5.0073626.

Kauffman, Radin, 2023 – Kauffman, S.A., Radin, D. “Quantum Aspects of the Brain-Mind Relationship: A Hypothesis with Supporting Evidence”, *Biosystems*, 2023, vol. 223, 104820.

Kyriazos, Poga, 2024 – Kyriazos, T., Poga, M. “Quantum Concepts in Psychology: Exploring the Interplay of Physics and the Human Psyche”, *BioSystems*, 2024, vol. 235, 105070 [<https://doi.org/10.1016/j.biosystems.2023.105070>].

Koch, Hepp, 2006 – Koch, C., Hepp, K. “Quantum Mechanics in the Brain”, *Nature*, 2006, vol. 440, pp. 611–612 [<https://doi.org/10.1038/440611a>].

Layton, Oppenheim, 2024 – Layton, I., Oppenheim, J. “The Classical-Quantum Limits”, *PRX Quantum*, 2024, vol. 5, 020331.

Levelt, 2016 – Levelt, W.J.M. “Localism versus Holism. Historical Origins of Studying Language in the Brain”, in: R. Rubens, M. Van Dijk (eds.) *Sartoniana*. Ghent: Ghent University, 2016, vol. 29, pp. 37–60.

Litt, Eliasmith et al., 2006 – Litt, A., Eliasmith, C., Kroon, F.W., Weinstein, S., Thagard, P. “Is the Brain Quantum Computer?”, *Cognitive Science*, 2006, vol. 30, Issue 3, pp. 593–603.

Kerskens, Lopez Perez, 2022 – Kerskens, C., Lopez Perez, D. “Experimental Indications of Non-Classical Brain Functions”, *Journal of Physics Communications*, 2022, vol. 6, 105001.

Majd, 2023 – Majd, S. “The Role of Quantum Mechanics at Neuronal Level on Creating Consciousness”, *Integrated Research in Health and Disease Journal*, 2023, vol. 1 (1), pp. 32–37.

Mastrogiorio, 2022 – Mastrogiorio, A. “A Quantum Predictive Brain: Complementarity between Top-Down Predictions and Bottom-Up Evidence”, *Frontiers in Psychology*, 2022, vol. 13, pp. 869–894.

Merlin et al., 2019 – Merlin, N.M., Anggorowati, A., Ropyanto, C.B. “The Effects of Quantum Psychological Relaxation Technique on Self-Acceptance in Patients with Breast Cancer”, *Canadian Oncology Nursing*, 2019, vol. 29, no. 4, pp. 232–236.



Mittelstaedt, 2010 – Mittelstaedt, P. “Quantum Physics, Classical Physics and the Philosophy of Mind”, in: E. Agazzi (ed.) *Relations between Natural Sciences and Human Sciences*. Genova: Tilgher, 2010, pp. 285–306.

Oshins, 1997 – Oshins, E. *What is Quantum Psychology?* New York: Quantum Psychology Institute, 1997. 4 p. Preprint.

Penrose, 2004a – Penrose, R. “Fizika i Razum” [Physics and Mind], in: Penrose, R., Shimony, A., Cartwright, N., Hawking, S. *Bol'shoe, Maloe i Chelovecheskii Mozg* [The Large, the Small and the Human Mind]. Moscow: Mir, 2004, pp. 96–138. (Trans. into Russian)

Penrose, 2004b – Penrose, R. “Otvety Rodzhera Penrouza” [Answers of Roger Penrose], in: Penrose, R., Shimony, A., Cartwright, N., Hawking, S. *Bol'shoe, Maloe i Chelovecheskii Mozg* [The Big, the Small and the Human Mind]. Moscow: Mir, 2004, pp. 169–184. (Trans. into Russian)

Penrose, 2022 – Penrose, R. *Interview to the “New Scientist”* [<https://www.newscientist.com/article/mg25634130-100-roger-penrose-consciousness-must-be-beyond-computable-physics/>], accessed on 10.02.2025].

Penrose, Hameroff, 1996 – Penrose, R., Hameroff, S. “Orchestrated Reduction of Quantum Coherence in Brain Microtubules: A Model for Consciousness”, *Mathematics and Computers in Simulation*, 1996, vol. 40, no. 3–4, pp. 453–480.

Penrose, Hameroff, 2011 – Penrose, R., Hameroff, S. “Consciousness in the Universe: Neuroscience, Quantum Space-Time and Orch OR Theory”, *Journal of Cosmology*, 2011, vol. 14 [<http://journalofcosmology.com/Consciousness160.html>], accessed on 10.02.2025].

Quantum International Relations, 2022 – Der Derian, J., Wendt, A. (eds.) *Quantum International Relations; A Human Science for World Politics*. Oxford: Oxford University Press, 2022, 410 pp.

Quantum Love, 2014 – *Quantum Love*, 2014 (French: Une rencontre), French film [https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_Love], accessed on 10.02.2025].

Salam, 1980 – Salam, A. “Kalibrovochnoye Ob'yedineniye Fundamental'nykh Sil” [Gauge Unification of Fundamental Forces], *Uspekhi Fizicheskikh Nauk*, 1980, vol. 132, no. 2, pp. 229–253. (In Russian)

Schwartz et al., 2005 – Schwartz, J.M., Stapp, H.P., Beauregard, M. “Quantum Physics in Neuroscience and Psychology: A Neurophysical Model of Mind-Brain Interaction”, *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 2005, vol. 360, pp. 1309–1327.

Sergi et al., 2023 – Sergi, A., Messina, A. Vicario, C.M., Martino, G. “A Quantum-Classical Model of Brain Dynamics”, *Entropy*, 2023, vol. 25, 592.

Swan et al., 2022 – Swan, M., dos Santos, R.P., Witte, F. “Quantum Neurobiology”, *Quantum Reports*, 2022, vol. 4, pp. 107–126.

Tarlaci, 2010 – Tarlaci, S. “Why We Need Quantum Physics for Cognitive Neuroscience”, *NeuroQuantology*, 2010, vol. 8, Issue 1, pp. 66–76.

Tarlaci, Pregnatalato, 2016 – Tarlaci, S., Pregnatalato, M. “Quantum Neurophysics: From Non-Living Matter to Quantum Neurobiology and Psychopathology”, *International Journal of Psychophysiology*, 2016, vol. 103, pp. 161–73. DOI: 10.1016/j.ijpsycho.2015.02.016.

Tartakovsky, 1927 – Tartakovsky, P.S. “Difficulties of Quantum Theory before the “New Quantum Mechanics””, in: A.F. Ioffe (ed.) *Osnovaniya Novoi Kvantovoy*



Mekhaniki [Foundations of the New Quantum Mechanics]. Moscow; Leningrad: Gosizdat, 1927, pp. 5–20. (In Russian)

t'Hooft, 2015 – t'Hooft, G. “Models of the Boundary between Classical and Quantum Mechanics”, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 2015, vol. 373, 20140236.

Torday, 2018 – Torday, J.S. “Quantum Mechanics Predicts Evolutionary Biology”, *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 2018, vol. 135, pp. 11–15.

Tsekhmistro, 1981 – Tsekhmistro, I.Z. *Poiski Kvantovoy Kontseptsii Fizicheskikh Osnovaniy Soznaniya* [Quest for a Quantum Concept of the Physical Foundations of Consciousness]. Kharkiv: Vishcha Shkola, 1981. (In Russian)

Wang, Busemeyer, 2015 – Wang, Z., Busemeyer, J. “Reintroducing the Concept of Complementarity into Psychology”, *Frontiers in Psychology*, 2015, vol. 6, 1822.

Wheeler, 1982 – Wheeler, J.A. “The Computer and the Universe”, *International Journal of Theoretical Physics*, 1982, vol. 21, nos. 6/7, pp. 557–572.

Wolinsky, 2000 – Wolinsky, S.H. *The Beginner's Guide to Quantum Psychology*. California: Capitola, 2000. X, 183 pp.

Zhi, Xin, 2023 – Zhi, G., Xin, R. “Quantum Theory of Consciousness”, *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 2023, vol. 11, pp. 2652–2670.

Zohar, 2022 – Zohar, D. *Zero Distance. Management in the Quantum Age*. Palgrave: Macmillan, 2022. XXVII, 262 pp.