УДК 111.1 + 530.1

ЭВОЛЮЦИЯ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА МАТЕРИИ: ОТ ПОЛЕВОЙ ФОРМЫ К ИНФОРМАЦИОННО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ СТРУКТУРАМ ЦИФРОВОЙ ВСЕЛЕННОЙ

А. И. Хесин

д-р техн. наук, действительный член РАЕН

Аннотация. В статье рассматривается трансформация философского и физического понимания категории «материя» в контексте перехода от классической полевой парадигмы к современной цифровой физике и онтологическому структурному реализму. Анализируется статус физического поля как объективной реальности, квантово-информационная природа пространства-времени (концепция It from Qubit, голографический принцип и AdS/CFT-соответствие), а также возрождение пифагорейской традиции в современной философии науки, где математические и вычислительные структуры выступают фундаментальной субстанцией мироздания.

Ключевые слова: *материя, физическое поле, цифровая физика, информация, квантовая запутанность, голографический принцип, AdS/CFT-соответствие, математическая Вселенная, неопифагореизм, структурный реализм.*

EVOLUTION OF THE ONTOLOGICAL STATUS OF MATTER: FROM FIELD FORM TO INFORMATION-MATHEMATICAL STRUCTURES OF THE DIGITAL UNIVERSE

A. I. Khesin

Doctor of Technical Sciences, Full Member of the Russian Academy of Natural Sciences (RANS)

Abstract. The article examines the transformation of the philosophical and physical understanding of the category of "matter" in the context of the transition from the classical field paradigm to modern digital physics and ontic structural realism. The status of the physical field as an objective reality, the quantum-information nature of spacetime (the It from Qubit concept, the holographic principle, and AdS/CFT correspondence), and the revival of the Pythagorean tradition in modern philosophy of science, where mathematical and computational structures act as the fundamental substance of the universe, are analyzed.

Keywords: *matter, physical field, digital physics, information, quantum entanglement, holographic principle, AdS/CFT correspondence, mathematical universe, neo-Pythagoreanism, structural realism.*

Введение

Категория материи является фундаментальной для онтологии и философии науки, однако её содержание претерпевало радикальные изменения по мере развития теоретической физики. Если в классической механике материя отождествлялась исключительно с веществом, то формирование электродинамики и квантовой теории поля утвердило статус полевой формы материи [1, 4]. На современном этапе развития науки, на

стыке квантовой теории информации, космологии и теоретической информатики, формируется новая парадигма — цифровая физика, переопределяющая саму субстанциальную основу мира через призму информации, вычислений и математических структур [2, 3]. Целью данной работы является философско-методологический анализ перехода от континуальной полевой концепции материи к её дискретно-информационной и структурно-математической интерпретации.

1. Полевая форма материи и критерий объективной реальности

В классическом физическом представлении полевая форма материи (физическое поле) определяется как особый вид материи, непрерывно распределённый в пространстве и обеспечивающий взаимодействие между телами и частицами. В отличие от дискретного вещества, поле не имеет чётких пространственных границ и обладает бесконечным числом степеней свободы [4].

С точки зрения философии науки ключевой характеристикой поля выступает его объективная реальность. Поле существует независимо от сознания наблюдателя, а его наличие эмпирически фиксируется по силовому воздействию на пробные тела или с помощью измерительных приборов [1]. В ходе методологического кризиса физики на рубеже XIX–XX веков, вызванного отсутствием у электромагнитного поля привычной массы покоя, философская мысль отделила онтологическое понятие материи от конкретных физических моделей её строения. Единственным атрибутивным свойством материи была признана способность существовать вне и независимо от сознания субъекта, что уравняло поле в онтологическом статусе с веществом [1].

Дальнейшее развитие науки в рамках квантовой теории поля (КТП) привело к синтезу корпускулярных и континуальных представлений: элементарные частицы вещества и переносчики взаимодействий стали рассматриваться как кванты — локальные возбуждения соответствующих фундаментальных полей [4].

2. Информационный поворот: дискретность реальности и «Всё из бита»

Современная теоретическая физика подвергает ревизии тезис о фундаментальной непрерывности полей и пространства-времени. Согласно концепции «Всё из бита» (It from Bit), сформулированной Дж. А. Уилером, информация первична по отношению к физическим сущностям, а все материальные объекты представляют собой проявления информационных структур, облечённых в геометрию формы [2].

В рамках цифровой физики (К. Цузе, Э. Фредкин, С. Вольфрам) постулируется дискретность реальности [3, 5, 6]. Во-первых, пространство не является гладким континуумом, а состоит из минимальных дискретных ячеек (планковских объёмов), тогда как время протекает дискретными шагами — тактами вычислений [3, 5]. Наблюдаемая непрерывность физических полей интерпретируется лишь как макроскопическая иллюзия, подобная целостному изображению из отдельных пикселей [6]. Во-вторых, элементарные частицы и поля (например, электроны или фотоны) рассматриваются как паттерны кода — устойчивые конфигурации битов или кубитов, перемещающиеся по ячейкам пространства согласно строгим алгоритмам, которые на макроуровне воспринимаются как законы физики [5, 6].

Таким образом, в рамках информационного реализма критерий материальности переопределяется: быть материальным означает участвовать в информационно-вычислительном взаимодействии [2, 12].

3. Голографическая проекция и вычислимость Вселенной

Новейшие исследования в области квантовой гравитации и теории струн подтверждают вторичный (эмерджентный) характер не только вещества и полей, но и самой геометрической арены физических событий.

Концепция It from Qubit. Современные работы показывают, что пространство-время и гравитационное поле не являются фундаментальными сущностями, а «сшиваются» из квантовой запутанности множества элементарных квантовых систем — кубитов [7].

Голографический принцип и AdS/CFT-соответствие. Сформулированный Г. ’т Хоофтом и Л. Сасскиндом принцип [8, 9], получивший строгое математическое воплощение в AdS/CFT-дуальности Х.

Малдасены [10], утверждает, что вся материя и физика в трёхмерном объёме Вселенной могут быть полностью закодированы в виде двумерной информации на её удалённой границе. Вселенная предстаёт как гигантский квантовый компьютер, где гравитация и пространство-время являются эмерджентными результатами самоорганизующихся квантовых «программ», что делает мироздание принципиально вычислимым [10, 12].

4. Неопифагореизм и структурный реализм в философии науки

Переосмысление природы материи через призму информации и алгоритмов закономерно приводит к возрождению пифагорейской философской традиции. В современном неопифагореизме мир не просто описывается языком математики, а физически является математической или вычислительной структурой [11, 12].

Математика как субстанция. Законы физики, уравнения квантовых полей и геометрические симметрии признаются онтологически первичными по отношению к материальным объектам. Элементарная частица трактуется не как корпускула, подчиняющаяся формуле, а как сама формула (неприводимое представление группы симметрии), воплощённая в реальности [4, 11].

Алгоритмическая природа бытия. В цифровой физике статичное античное число уступает место динамическому вычислению. Вселенная предстаёт как гигантский квантовый компьютер или клеточный автомат, где базовыми элементами выступают логические операции, а материя является результатом их выполнения [5, 12].

Гипотеза математической Вселенной и структурный реализм. Согласно гипотезе М. Тегмарка, наша физическая реальность буквально представляет собой математическую структуру: всё, что существует математически непротиворечиво, обладает и физическим существованием, а субъективное ощущение «твёрдости» материи возникает лишь потому, что наблюдатели сами являются самоосознающими подструктурами этой математики [11]. Данная позиция коррелирует с онтологическим структурным реализмом (Дж. Ледимен, С. Френч), утверждающим, что индивидуальных «вещей самих по себе» не существует — реальны только структуры и математические отношения, а объекты представляют собой лишь узлы пересечения этих отношений [13].

Подобный подход предлагает радикальное решение сформулированной Ю. Вигнером проблемы «непостижимой эффективности математики в естественных науках»: абстрактная математика столь точно описывает физический мир именно потому, что мир из неё состоит. Следовательно, фундаментальная физика представляет собой процесс реконструкции исходного математического кода Вселенной [11, 14].

Заключение

Эволюция представлений о материи демонстрирует последовательную десубстанциализацию классического «вещественного» мира. Пройдя через утверждение объективной реальности непрерывного физического поля и квантово-полевого дуализма, современная философия науки приходит к информационно-структурной онтологии. В рамках этой парадигмы поле, вещество и само пространство-время предстают как эмерджентные феномены, порождаемые фундаментальными квантово-информационными процессами и математическими симметриями, что открывает путь к последующему анализу процессно-алгоритмической природы массы, энергии и феномена сознания.

Список источников

1. Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм. Критические заметки об одной реакционной философии. М. : Звено, 1909. 438 с.

2. Wheeler J. A. Information, physics, quantum: the search for links // Proceedings of the 3rd International Symposium on Foundations of Quantum Mechanics. Tokyo : Physical Society of Japan, 1989. P. 354–368.

3. Zuse K. Rechnender Raum. Braunschweig : Friedrich Vieweg & Sohn, 1969. 70 S.

4. Вайнберг С. Квантовая теория поля : в 3 т. / пер. с англ. под ред. В. Ч. Жуковского. М. : Физматлит, 2003. Т. 1 : Общая теория. 648 с.

5. Fredkin E. Digital Mechanics: An Informational Process Based on Reversible Universal Cellular Automata // Physica D: Nonlinear Phenomena. 1990. Vol. 45, № 1–3. P. 254–270.

6. Wolfram S. A New Kind of Science. Champaign, IL : Wolfram Media, 2002. 1197 p.

7. Van Raamsdonk M. Building up spacetime with quantum entanglement // General Relativity and Gravitation. 2010. Vol. 42, № 10. P. 2323–2329.

8. ’t Hooft G. Dimensional Reduction in Quantum Gravity // Salamfestschrift: A Collection of Talks / ed. by A. Ali, J. Ellis, S. Randjbar-Daemi. Singapore : World Scientific, 1993. P. 284–296.

9. Susskind L. The World as a Hologram // Journal of Mathematical Physics. 1995. Vol. 36, № 11. P. 6377–6396.

10. Maldacena J. The Large N Limit of Superconformal Field Theories and Supergravity // Advances in Theoretical and Mathematical Physics. 1998. Vol. 2, № 2. P. 231–252.

11. Tegmark M. Our Mathematical Universe: My Quest for the Ultimate Nature of Reality. New York : Alfred A. Knopf, 2014. 421 p.

12. Lloyd S. Programming the Universe: A Quantum Computer Scientist Takes on the Cosmos. New York : Alfred A. Knopf, 2006. 221 p.

13. Ladyman J., Ross D. Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalized. Oxford : Oxford University Press, 2007. 346 p.

14. Wigner E. P. The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences // Communications on Pure and Applied Mathematics. 1960. Vol. 13, № 1. P. 1–14.

References

1. Lenin V. I. Materializm i empiriokrititsizm. Kriticheskie zametki ob odnoi reaktsionnoi filosofii [Materialism and Empirio-criticism. Critical Comments on a Reactionary Philosophy]. Moscow, Zveno Publ., 1909. 438 p. (In Russian).

2. Wheeler J. A. Information, physics, quantum: the search for links. Proceedings of the 3rd International Symposium on Foundations of Quantum Mechanics. Tokyo, Physical Society of Japan Publ., 1989, pp. 354–368.

3. Zuse K. Rechnender Raum [Calculating Space]. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn Publ., 1969. 70 p. (In German).

4. Weinberg S. Kvantovaya teoriya polya [The Quantum Theory of Fields]. Vol. 1. Moscow, Fizmatlit Publ., 2003. 648 p. (In Russian).

5. Fredkin E. Digital Mechanics: An Informational Process Based on Reversible Universal Cellular Automata. Physica D: Nonlinear Phenomena, 1990, vol. 45, no. 1–3, pp. 254–270.

6. Wolfram S. A New Kind of Science. Champaign, IL, Wolfram Media Publ., 2002. 1197 p.

7. Van Raamsdonk M. Building up spacetime with quantum entanglement. General Relativity and Gravitation, 2010, vol. 42, no. 10, pp. 2323–2329.

8. ’t Hooft G. Dimensional Reduction in Quantum Gravity. Salamfestschrift: A Collection of Talks. Singapore, World Scientific Publ., 1993, pp. 284–296.

9. Susskind L. The World as a Hologram. Journal of Mathematical Physics, 1995, vol. 36, no. 11, pp. 6377–6396.

10. Maldacena J. The Large N Limit of Superconformal Field Theories and Supergravity. Advances in Theoretical and Mathematical Physics, 1998, vol. 2, no. 2, pp. 231–252.

11. Tegmark M. Our Mathematical Universe: My Quest for the Ultimate Nature of Reality. New York, Alfred A. Knopf Publ., 2014. 421 p.

12. Lloyd S. Programming the Universe: A Quantum Computer Scientist Takes on the Cosmos. New York, Alfred A. Knopf Publ., 2006. 221 p.

13. Ladyman J., Ross D. Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalized. Oxford, Oxford University Press, 2007. 346 p.

14. Wigner E. P. The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences. Communications on Pure and Applied Mathematics, 1960, vol. 13, no. 1, pp. 1–14.