

УДК 167.2

ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИМУЛЯЦИЙ НАУЧНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В СОВРЕМЕННОЙ ФИЛОСОФИИ ЭКСПЕРИМЕНТА

Симпозиум «Философия информационной эпохи»

Хамдамов Тимур Владимирович

Аспирант второго года обучения

Национальный Исследовательский Университет Высшей Школы Экономики

tkhamdamov@hse.ru

Аннотация: широко применяемые в практике научных исследований компьютерные симуляции целевой системы (англ. target system) эксперимента и фиксируемые в ходе экспериментальных работ ее динамические изменения ставят перед современной философией эксперимента, а шире и философией науки серию методологических, эпистемологических, семантико-синтаксических и онтологических вопросов о статусе компьютерных симуляций как феномена, обладающим фундаментальной значимостью, как для прикладных наук, так и глубинных философских представлений о человеке, мышлении и познании мира. Являются ли компьютерные симуляции экспериментом или это всего лишь один из множества способов технической реализации математического моделирования или мысленного эксперимента? Создают ли компьютерные симуляции условия для генерирования новых знаний, которые невозможно получить с помощью других видов экспериментов? Можно ли рассматривать сегодня компьютерные симуляции в качестве наиболее доступного инструмента в деле преодоления антропных барьеров познания мира? Чтобы ответить на эти вопросы автор статьи устанавливает онтологические пределы феномена компьютерных симуляций через их соотношение с другими видами экспериментов, определение критериев эпистемологического преимущества симуляций и очерчивание границ их применимости в экспериментальной практике.

Ключевые слова: компьютерные симуляции, философия науки, философия эксперимента, computer science.

COMPUTER SIMULATIONS' ONTOLOGICAL LIMITS IN MODERN PHILOSOPHY OF SCIENTIFIC EXPERIMENTATION

Symposium «Philosophy of the Information Age»

Khamdamov Timur

Graduate student of the second year

National Research University Higher School of Economics

tkhamdamov@hse.ru

Abstract: widely used in the practice of scientific research, computer simulations of the target and its dynamic changes recorded during experimental work pose a modern experimental philosophy, and more broadly and a philosophy of science, a series of methodological, epistemological, semantic-syntactic and

ontological questions about the status computer simulations as a phenomenon that has fundamental significance both for applied sciences and deep philosophical ideas about a human, thinking and knowledge of the world. Is computer simulation an experiment, or is it just one of many ways to technically implement mathematical modeling or a thought experiment? Do computer simulations create conditions for generating new knowledge that cannot be obtained using other types of experiments? Can computer simulations be considered today as the most affordable tool in overcoming the anthropic barriers of cognition of the world? To answer these questions, the author of the article establishes the ontological limits of the phenomenon of computer simulations through their relationship with other types of experiments, defining criteria for the epistemological advantage of simulations and outlining the boundaries of their applicability in experimental practice.

Keywords: computer simulations, philosophy of science, philosophy of experiment, computer science.

Введение

Интересующие исследователей современной философии науки фундаментальные онтологические, эпистемологические и методологические вопросы о новых направлениях научного экспериментирования, технологическая основа которых представлена сложными высокопроизводительными программно-аппаратными вычислительными комплексами, создающих детализированные компьютерные симуляции целевых систем экспериментов, требуют поиска онтологических критериев, эпистемологических новшеств и методологических пределов феномена компьютерных симуляций научных экспериментов. Структура статьи сформирована в соответствии с обозначенным поисковым запросом. В первой части обозначаются онтологические критерии через компаративистский анализ компьютерных симуляций с традиционными видами эксперимента (натурный, лабораторный и мысленный, включая математическое моделирование), во второй части обозначаются те эпистемологические новшества, которые могут быть получены только при проведении эксперимента с помощью компьютерных симуляций, в третьей части очерчиваются пределы применимости симуляций в практике научных исследований.

1. Онтология

Критерий материальности - самый распространенный в дискуссионной среде современных исследователей, изучающих онтологическую проблематику компьютерных симуляций. По этому критерию отчетливо выстраивается таксономия экспериментов.

Таблица 1. Таксономия экспериментов.

Эксперименты	Материальный	Натурный	In vivo
		Лабораторный	In vitro
	Нематериальный	Компьютерный	In silico
			In virtuo
		Мысленный	In mente
	Гибридный	Гибридный компьютерный	In mixtura

Из Таблицы 1 [1, с. 7] видно, что компьютерные симуляции отнесены по критерию материальности к нематериальным, однако они отделены от мысленных экспериментов, включающие в себя математическое моделирование. Несмотря на до сих пор идущие дискуссии о соотношении симуляций и математических моделей, можно утверждать, что симуляции представляют собой отдельный вид эксперимента [2], имеющий собственные онтологические пределы. Автор не будет подробно разбирать корректность критерия материальности, который в свое время стал главным основанием [3], [4] для разделения симуляций от, так называемых, материальных экспериментов (натурных и лабораторных). Стоит отметить лишь крайний позитивизм данного критерия и его острое противоречие с

трансцендентальной логикой, согласно которой целевая система в силу ограничений антропной природы (эпистемическая непрозрачность и антропоцентрическое затруднение) не может быть познана как «вещь-в-себе», что означает исследование целевой системы как «вещи-для-нас» не связано с каким то специфическим материальным субстратом из которого, как может показаться на первый взгляд, успешно прокладывается мост от целевой системы к объекту лабораторного или натурального эксперимента.

Рассуждения о компьютерных симуляциях в рамках трансцендентальной логики ставит важный для философии науки вопрос о концепции реальности так таковой [1, с. 11-13]. Что есть реальность? Уместно ли считать, что симуляции – это лишь репрезентации реальности, когда сама реальность – это набор данных, связанных между собой в рамках определенных моделей, включенных в гипотезы и научные теории? Корректно ли традиционное утверждение о более реалистичном характере лабораторных экспериментов, в которых объектом эксперимента является упрощенная модель целевой системы, которая в свою очередь представляет собой набор связанных данных посредством моделей, созданных в рамках эпистемы антропной природы познания?

2. Эпистемология

С помощью принципа новизны [5] проводится главная демаркационная линия между симуляциями и экспериментами, использующих в качестве объекта модель на базе материального субстрата. Эта линия призвана выявить эпистемологическую значимость и ценность для философии наук каждого вида эксперимента. Согласно принципу, можно вывести эпистемологическую классификацию, разделив эксперименты по контексту “Terra incognita” [6, с. 40] и по контексту наличествующих применимых теоретических концепций при проектировании и проведении эксперимента. Далее отличия маркируются двумя параметрами субъекта эксперимента (лаборанта, научного сотрудника, пользователя компьютерной симуляцией): удивление и неудивление от возникающих в ходе эксперимента данных, которые противоречат принятым описательным теориям и гипотезам или полностью соответствуют изначальным прогнозным модельным оценкам результатов эксперимента соответственно.

Таблица 2. Классификация экспериментов по принципу новизны.

	Terra incognita		Применимые теоретические концепции			
			Подход невыводимости		Критерий “первого раза”	Критерий репрезентативности
	Неудивление	Удивление	Неудивление	Удивление	Удивление	Удивление
Эксперименты	∅	✓	∅ (a)	✓ (b)	✓	∅
Компьютерные симуляции	∅	∅	∅	∅ (c)	✓	✓

Примечание: (a) согласие с теорией; (b) (редкие) противоречия с теорией, создающие «путаницу»; (c) исключение: детерминированный хаос.

В Таблице 2 представлена подобная классификация, ранее опубликованной в работе Джули Джебейл [7, с. 390], которая использует два вышеупомянутых контекста:

- 1) Terra incognita – условия, когда еще отсутствуют значимые теоретические концепции для описания исследуемых явлений и единственный способ их изучения – это систематическое наблюдение и сбор статистики (в этом случае, применение компьютерных симуляций представляется маловероятным и все новые знания могут быть получены только при проведении натуральных или лабораторных экспериментов-наблюдений);
- 2) Применимые теоретические концепции – условия, при которых сформированы и многократно подтверждены теоретические основания исследуемых явлений.

Джейбел заостряет внимание именно на втором контексте, так как он соответствует использованию компьютерных симуляций в экспериментальной практике. Она подчеркивает, что придерживается той точки зрения, что в этом случае компьютерные симуляции могут генерировать новые знания. Противоположной точки зрения придерживается Барберусс и Вормс [6], считающие, что компьютерные симуляции не могут удивить субъектов эксперимента (при этом они подчеркивают исключение для применения симуляций при изучении детерминированного хаоса). Джейбел вводит новое определение критерия новизны, который противопоставляется традиционному подходу невыводимости (англ. non-entailment view [8, с. 151]), не учитывающий фактической экспериментальной новизны в реальных исследовательских практиках. Если вкратце, то согласно подходу невыводимости новым знанием считается такое, которое не отображается в существующей описательной теории в проводимом эксперименте, а это означает, что только материальные эксперименты могут быть источником удивления для экспериментаторов, тогда как в компьютерных симуляциях субъектов эксперимента не может удивить ничего, так как симуляции полностью созданы на базе существующих теоретических моделях и предпосылках. Однако, Джейбел справедливо отмечает, что такого рода удивления происходят очень редко, приводя обычно к смене парадигмы по Куну, а подавляющее большинство экспериментов согласно этому принципу новизны подтверждают существующие теоретические концепции и тем самым укрепляют развитие теорий, но не вызывают удивления у исследователей. Джейбел, не соглашаясь с этим подходом, предлагает обновленный критерий принципа новизны, который обозначает как критерий “первого раза”: «...симуляция или эксперимент дают новые знания, когда эти знания получены впервые и соответствующим образом добавлены к существующим знаниям» [7, с. 391]. Джейбел ярко демонстрирует, что в случае применения этого критерия симуляции, как и эксперименты, способны генерировать новые знания, причем такие, какие невозможно получить через натурные или лабораторные эксперименты. В качестве примера приводятся открытия материалов тверже алмаза, которые были полностью осуществлены с помощью компьютерных симуляций [9] и подтверждены позже эмпирическим путем открытием двух материалов тверже алмаза: нитрида бора и лонсдейлита [10].

Можно усилить позицию симуляций через введение критерия репрезентативности, где симуляции определены с точки зрения переноса следов эксперимента из графематического пространства в репрезентативное [11, с. 180]. Согласно этому авторскому критерию, новизна эксперимента определяется выстраиванием новых синтаксических связей между различными экспериментальными данными для расширения существующей семантики теоретических концепций и моделей применительно к изучению явлений, подвергаемых экспериментальным исследованиям. При таком подходе, по мнению автора, новизна возможна лишь в случае компьютерных симуляций, в которых может быть реализовано построение многоуровневых симуляторов на основе различных семантик (например, в таких крупных проектах как Human Brain Project – изучение мозга человека через компьютерный симулятор пяти взаимосвязанных уровней изначально созданных на основе разных теоретических концептуальных семантик: 1) физико-химический уровень нейронных клеток; 2) уровень отдельных нейронов; 3) уровень сетей нейронов; 4) уровень функциональных зон коры головного мозга; 5) уровень мозга как цельного органа и всей нервной системы) [12, с. 54].

Заключение. Методологические пределы

В заключении статьи не будем касаться технических пределов симуляций, связанных, например с невычислимыми функциями (проблема останова [13]), которые могут быть решены исключительно человеком, но не вычислительными алгоритмами [14], а обозначим границы философского подхода к симуляциям с точки зрения методологии их применения, которые можно визуализировать с помощью таблицы [15]:

Таблица 3. Методологические пределы компьютерных симуляций

	Компьютерные симуляции – это		
	вид эксперимента	инструмент	медиатор между теорией и экспериментом
Тезисы	подлинный эксперимент	инструмент для проведения эксперимента	новое средство фиксации и понимания сложности без ее постижения
	имитация эксперимента	теоретический инструмент	пошаговое вычисление будучи априорным экспериментом реализуется только через симуляции
		численный метод	симуляции – это специфическая среда, объединяющая теоретиков и практиков-исследователей
		концептуальный аргумент	
		непрозрачный мысленный эксперимент	

Список литературы

1. Vallverdú J. What are Simulations? An Epistemological Approach // *Procedia Technology*. 2014. Vol. 13. P. 6 – 15.
2. Simpson J. Simulations are not Models. *Proceedings Models and Simulations*. 2006. P. 1-33.
3. Guala F. Models, Simulations, and Experiments. // *Model-based Reasoning: Science, Technology, Values*, ed. Lorenzo Magnani and Nancy J. Nersessian. 2002. P. 59–74.
4. Morgan M. Experiments Versus Models: New Phenomena, Inference and Surprise. *Journal of Economic Methodology*. 2005. Vol. 12 (2). P. 317–329.
5. Morgan, M. Experiments Without Material Intervention: Model Experiments, Virtual Experiments, and Virtually Experiments. // *The Philosophy of Scientific Experimentation*, edited by H. Radder. 2003. P. 216–235.
6. Barberousse, A., and M. Vorms. Computer Simulations and Empirical Data. // *Computer Simulations and the Changing Face of Scientific Experimentation*, edited by J. M. Durán and E. Arnold. 2013. P. 29–45.
7. Jebeile J. Computer Simulation, Experiment, and Novelty // *International Studies in the Philosophy of Science*. 2017. Vol. 31, No. 4, P. 379–395.
8. Lusk G. Computer Simulation and the Features of Novel Empirical Data. // *Studies in History and Philosophy of Science*. 2016. Vol: 56. P. 145–152.
9. Liu, A. Y., and M. L. Cohen. Prediction of New Low Compressibility Solids. // *Science*. 1986. Vol: 245: P. 841–842.
10. Pan, Z., H. Sun, Y. Zhang, and C. Chen. Harder than Diamond: Superior Indentation Strength of Wurtzite BN and Lonsdaleite. // *Physical Review Letters*. 2009. Vol: 102.
11. Хамдамов Т. Определение термина компьютерных симуляций научных экспериментов через анализ природы феномена // *Социальные и гуманитарные науки: теория и практика*. 2019. № 1(3). С. 167-183.
12. Markram H. The human brain project. // *Scientific American*. 2012. Vol. 306. No. 6. P. 50-55.
13. Why is Turing's halting problem unsolvable? // *Scientific American*. 2006. <https://www.scientificamerican.com/article/why-is-turings-halting-pr/>
14. Korb K. and Mascaro S. The Philosophy of Computer Simulation // C. Glymour, W. Wei and D. Westerstahl (eds.). *Logic, Methodology and Philosophy of Science. Proceedings of the Thirteenth International Congress*. 2009. P. 306-325.

15. Varenne F. What does a computer simulation prove? // Simulation in Industry, Proc. of The 13th European Simulation Symposium, Marseille, France. 2001, ed. by N. Giambiasi and C. Frydamm, SCS Europe Bvba, Ghent. P. 549-554.