

**II Всероссийская научная конференция «Революция и эволюция: модели развития в науке, культуре, социуме» (29 ноября – 1 декабря 2019 года).**

|  |   |
|--|---|
| ФИО  | Хамдамов Тимур Владимирович, Khamdamov Timur  |
| Название доклада   | Трансцендентальные основы в структуре термина компьютерных симуляций научных экспериментов  |
| Секция/тема  | 1. Философия науки: историческая перспектива и футурологические прогнозы  |
| Форма участия (очная, заочная, в режиме телеконференции) | Очная   |
| Ученая степень/звание                                    | Аспирант  |
| Место работы (учёбы), адрес                              | НИУ ВШЭ (г. Москва), Школа философии  |
| E-mail, телефон  | <a href="mailto:khamdamov.timur@gmail.com">khamdamov.timur@gmail.com</a> , <a href="mailto:tkhamdamov@hse.ru">tkhamdamov@hse.ru</a> |

**Тезисы к докладу «Трансцендентальные основы в структуре термина компьютерных симуляций научных экспериментов»**

**Введение**

Сегодня компьютерные симуляции используются в многочисленных научно-исследовательских практиках экспериментирования<sup>1</sup>, прогнозирования<sup>2</sup> и построении теорий<sup>3</sup>. За свой короткий исторический период, применение компьютерных симуляций оказало влияние на философию и методологию научного эксперимента, которое, однако, только сейчас начинает осознаваться философами и рассматривается ими как источник или фактор появления новой эпистемологической картины экспериментирования через принятие онтологической самостоятельности компьютерных симуляций. Несмотря на идущие, по мнению автора, трансформации в философии эксперимента, стимулируемые практиками применения компьютерных симуляций, до сих пор не найден консенсус по их

---

<sup>1</sup> См., например, статью про применение компьютерных симуляций в исследованиях химического синтеза материалов на уровне наночастиц: Cormack, A. N., et al. "Simulations of Ceria Nanoparticles" Proceedings: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, vol. 471, no. 2182, 2015, pp. 1–11.

<sup>2</sup> См., например, статью про прогнозирование погоды и метеорологических явлений: Richard Monastersky. "Forecasting into Chaos" Science News, vol. 137, no. 18, 1990, pp. 280–282.

<sup>3</sup> См., например, статью про компьютерную симуляцию космической истории локального участка Вселенной с охватом расстояния около 10 млрд. световых лет для изучения формирования различных макроструктур в результате действия гравитации, как следствия Большого Взрыва: Glanz, James. "Cosmos in a Computer" Science, vol. 280, no. 5369, 1998, pp. 1522–1523.

базовым характеристикам. Фиксируется отсутствие четких технических границ в понимании и определении компьютерных симуляций научных экспериментов. Не утихают дискуссии по поводу первоочередной эпистемологической значимости одного из четырех видов эксперимента (натурный, лабораторный, компьютерная симуляция, математическое моделирование) по критерию их соотношения с материальным субстратом целевой системы эксперимента (принцип материальности)<sup>4</sup>. Несмотря на значимый вклад компьютерных симуляций в практику современных научных исследований и экспериментирования, продолжаются дискуссии о наличии или отсутствии их философской значимости, в том числе их ценности как источнике новых знаний.

Автор доклада попытается обозначить главные направления в развитии понятия компьютерных симуляций научных экспериментов в целях установления причин современных философских дискуссий и неоднозначного взгляда на проблематику, а также определения степени значимости трансцендентальных основ в компьютерных симуляциях, способных трансформировать современную философию науки. Для этого автором избрана оригинальная классификация подходов к формулировке исследуемого понятия, которая представляет собой дихотомию, сформированной в ходе полемики двух групп философов, классифицированных так в силу прямо противоположных взглядов на компьютерные симуляции, с точки зрения их ценности для философии.

### **Классификация по Мануэлю Дюрану**

Жуан Мануэль Дюран относит первый исторически засвидетельствованный факт использования вычислительной машины в практике научных экспериментов к 1928 г. В этот год английский астроном Лесли Дж. Комри с помощью перфокарт Германа Холлерита рассчитал движение Луны за период 1935-2000 гг. Продолжая исторический обзор,

---

<sup>4</sup> См., например, Parker, Wendy S. "Does Matter Really Matter? Computer Simulations, Experiments, and Materiality" *Synthese*, vol. 169, no. 3, 2009, pp. 483–496.

Дюран смещает взор на Колумбийский Университет (Нью-Йорк), отмечая, что к середине 30-х гг. именно туда, преодолев Атлантический океан, доходит описание результатов работ Дж. Комри и методики проведения научного эксперимента с помощью вычислительной машины. Именно здесь американский астроном Уоллес Экерт основал лабораторию, в которой широко использовались вычислительные машины для проведения астрономических экспериментов. Дюран фиксирует методологическую идентичность проведения расчетов Комри и Экертом на перфокартах с современными компьютерными симуляциями научных экспериментов. А именно, в обоих случаях астрономы составляют специальную вычислительную модель, которая одновременно описывает поведение целевой (исследуемой, англ. target) системы и обладает всеми необходимыми характеристиками для интерпретации и проведения вычислений машиной. Однако, далее Дюран сам признает, что несмотря на формальную схожесть, существуют принципиальные отличия между экспериментами Комри и Экерта с компьютерными симуляциями современных исследовательских научных практик в силу колоссально ускоренного технологического развития вычислительных машин (последующие внедрения микросхем на основе кремниевых соединений, кратные увеличения скорости вычислений, значительный рост объема памяти, использование многоуровневой семантики языков программирования) с момента их первого использования в 30-х гг. Однако, главной отличительной чертой двух типов (вычисления на перфокартах и современных компьютерах) вычислительного эксперимента стала полная машинная автоматизация вычислительных процессов в ходе работы компьютерных симуляций, что позволило полностью убрать субъекта эксперимента в виде наблюдателя антропной природы из экспериментального процесса на стадии работы симуляции, что нельзя было представить при организации вычислений с помощью перфокарт.

В силу обозначенных отличий темпорального характера изменений вычислительных технологий, уместным будет постановка вопроса об

определении термина компьютерных симуляций, при том условии, что они имеют отличия от математических моделей в чистом виде и дальнейшем проведении расчетов в рамках их алгоритмов с использованием неавтоматизированных средств вычислений, например, с помощью перфокарт.

Дюран указывает на две различные стороны расширения когнитивных (чувственного созерцания и рассудка по Канту) границ способностей исследователя к вычислительным операциям. С одной стороны, усиление происходит в части как скорости вычисления модели, так и принципиальной ее возможности быть обработанной вычислительными способами, которые не могут быть реализованы аналитическими методами вычислений. И здесь, Дюран видит прямую связь технологического развития компьютерных машин с расширением границ научного и инженерного поля исследовательских работ, которые были недоступны прежде в силу невозможности проводить необходимые вычислительные расчеты посредством доступных аналитических инструментов. Такой взгляд на компьютерные симуляции Дюран называет проблеморешающим (англ. *problem-solving viewpoint*). С другой стороны, акцент делается на способности компьютерной симуляции описывать целевую систему. Дюран считает, что в случае применения компьютерных симуляций используются несколько уровней языков, которые усиливают отдельные теоретические модели и гипотезы о целевой системе. Здесь фиксируется прямая связь технического развития программных языков с расширением границ применимости теорий к описанию целевой системы. Такой взгляд обозначается Дюраном как поведенческий (англ. *behavior viewpoint*).

Очевидно, что выстроенная Дюраном дихотомия в пространстве природы усиления когнитивных способностей исследователей через использование ими компьютерных симуляций представляет собой идеализацию и на самом деле, наличествует синтез двух этих взглядов, формирующий наиболее релевантное представление о сущности симуляций.

Но выстроенная Дюраном двух полюсная конструкция соответствует современному дискурсу в философии науки о месте в ней компьютерных симуляций. Так, с точки зрения, проблеморешающего взгляда, компьютерные симуляции не имеют прямого отношения к экспериментированию и предназначаются для манипуляций с математическими моделями, что ограничивает их кантианским чувственным априорным знанием о времени и пространстве, которое по Канту и определяет существование такого предмета как математика. Группа философов поддерживающих эту точку зрения относят компьютерные симуляции ближе к математике и логике, считая, что лабораторный эксперимент обладает преимуществом в силу принципа материальности. Наиболее ярким представлением такого взгляда стала работа<sup>5</sup> Романа Фригга и Джулиан Рейс. В ней авторы пытаются отстаивать позицию, что компьютерные симуляции не имеют новизны для философии науки ни на одном из уровней философского исследования (онтология, эпистемология, семантика, методология).

Противоположный проблеморешающему - поведенческий взгляд объединяет группу философов, помещающих утверждение о том, что компьютерные симуляции являются в прямом смысле экспериментами, в центр исследования проблематики роли, места и соотношения с лабораторными экспериментами компьютерных симуляций в философии науки<sup>6</sup>. С таким взглядом согласуется кантианский подход на специфику использования трансцендентальных практик как производных от свойств рассудка (трансцендентальное единство апперцепции) и разума (трансцендентальные идеи).

---

<sup>5</sup> Frigg, Roman, and Julian Reiss. "The Philosophy of Simulation: Hot New Issues or Same Old Stew?" *Synthese*, vol. 169, no. 3, 2009, pp. 593–613.

<sup>6</sup> Среди работ ярких представителей такого взгляда можно отметить наиболее значимые:

Duran, Juan M. 2014. "Explaining Simulated Phenomena: A Defense of the Epistemic Power of Computer Simulations" PhD diss., University at Stuttgart.

Humphreys Paul, and Cyrille Imbert, eds. 2012. "Models, Simulations, and Representations". *Routledge Studies in the Philosophy of Science*. Routledge.

Morrison, Margaret. 2009. "Models, Measurement and Computer Simulation: The Changing Face of Experimentation" *Philosophical Studies* 143 (1): 33–57.

Parker, Wendy S. 2009. "Does Matter Really Matter? Computer Simulations, Experiments, and Materiality" *Synthese* 169 (3): 483–496.

То есть, главное гносеологическое отличие термина поведенческого взгляда от проблеморешающего заключено не в ценности применения оптимальных вычислительных решений математических моделей, берущих начало в чувственном созерцании, а непосредственно в детализированной описательной работе над воспроизведением целевой системы через синтез априорных форм созерцания (пространство и время), чистых понятий рассудка (категорий) и трансцендентальных идей.

### **Заключение**

В целях определения содержательности понятия компьютерных симуляций, по мнению автора, дихотомическая модель Дюрана подходит как наиболее наглядная, с точки зрения применимости трансцендентальных практик постижения явлений в ходе проведения научных экспериментов. С одной стороны, она демонстрирует подход группы философов к компьютерным симуляциям как к методу вычисления математических моделей, описывающих целевую систему. Такой подход подразумевает исключительно производную роль симуляций к построенным математическим моделям, питаемых кантианским корневищем чувственного созерцания. С другой стороны, дихотомия разворачивает термин компьютерной симуляции, сущностно выражая стремление к подробному максимально достоверному описанию целевой системы, демонстрируя онтологическую самостоятельность и тем самым смещая эпистемологическую ценность в сторону формирования новых знаний о системе. В этом случае, по мнению докладчика, можно утверждать о синтезе всех трех способов познания по Канту, генерируемых соответственно чувственным созерцанием, рассудком и разумом, тем самым формируя такой вид трансцендентальных практик, который был недоступен ранее.

### **Список литературы**

1. Cormack, A. N., et al. "Simulations of Ceria Nanoparticles" Proceedings: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, vol. 471, no. 2182, 2015, pp. 1–11.

2. Duran, Juan M. 2014. "Explaining Simulated Phenomena: A Defense of the Epistemic Power of Computer Simulations" PhD diss., Universität Stuttgart.
3. Frigg, Roman, and Julian Reiss. "The Philosophy of Simulation: Hot New Issues or Same Old Stew?" *Synthese*, vol. 169, no. 3, 2009, pp. 593–613.
4. Glanz, James. "Cosmos in a Computer" *Science*, vol. 280, no. 5369, 1998, pp. 1522–1523.
5. Humphreys Paul, and Cyrille Imbert, eds. 2012. "Models, Simulations, and Representations". *Routledge Studies in the Philosophy of Science*. Routledge.
6. Morrison, Margaret. 2009. "Models, Measurement and Computer Simulation: The Changing Face of Experimentation" *Philosophical Studies* 143 (1): 33–57.
7. Parker, Wendy S. "Does Matter Really Matter? Computer Simulations, Experiments, and Materiality" *Synthese*, vol. 169, no. 3, 2009, pp. 483–496.
8. Richard Monastersky. "Forecasting into Chaos" *Science News*, vol. 137, no. 18, 1990, pp. 280–282.