

ФЕНОМЕН КАЧЕСТВЕННОЙ ТЕОРИИ В МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМ КОНТЕКСТЕ

© *Р.Р. Мухин*

Старооскольский технологический институт, (филиал) ФГАОУ Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов», Старый Оскол, Россия

Поступила в редакцию 12.12.2021

В окончательном варианте 28.03.2022

■ Для цитирования: Мухин Р.Р. Феномен качественной теории в междисциплинарном контексте // Вестник Самарского Государственного Технического Университета. Серия «Философия». 2022. Т. 4. № 1. С. 37–42. DOI: <https://doi.org/10.17673/vsgtu-phil.2022.1.5>

Аннотация. Качественная теория явилась завершением классической и переходом к современной математике. Это не только новая математика, а новая математика в физике, экономике, гуманитарных науках. Она преобразила облик самой математики и сферу ее приложений. Качественные методы затронули наше миропонимание, поставив вопросы об основах научного знания.

Ключевые слова: качественная теория; математика; физика; экономические и гуманитарные науки; эпистемология.

THE PHENOMENON OF QUALITATIVE THEORY IN AN INTERDISCIPLINARY CONTEXT

© *R.R. Mukhin*

Starooskolsky Technological Institute, (branch) of the National Research Technological University «Moscow Institute of Steel and Alloys», Staryi Oskol, Russian Federation

Original article submitted 12.12.2021

Revision submitted 28.03.2022

■ For citation: Mukhin R.R. The phenomenon of qualitative theory in an interdisciplinary contexts. *Vestnik of Samara State Technical University. Series Philosophy*. 2022;4(1):37–42. DOI: <https://doi.org/10.17673/vsgtu-phil.2022.1.5>

Abstract. The qualitative theory was the completion of the classical and the transition to modern mathematics. This is not only new mathematics, but new mathematics in physics, economics, and humanities. It has transformed the face of mathematics itself and the scope of its applications. Qualitative methods have touched our understanding of the world by raising questions about the foundations of scientific knowledge.

Keywords: qualitative theory; mathematics; physics; economics and humanities; epistemology.

Качественная теория означала завершение классической и переход к современной математике. Это не только новая математика, а новая математика для физики, экономики, гуманитарных наук. Она привела к нелинейной науке, выдвинув целый ряд концептуальных положений, затрагивающих методологические и эпистемологические установки. Первым и самым значительным полем приложений явились нелинейные проблемы физики.

Качественная теория позволила создать нелинейную динамику, составной частью которой является теория динамического хаоса. Это открытие особого рода. При построении теории следует придерживаться двух положений: «внешнее оправдание» (эмпирическая база) и «внутреннее совершенство» (согласованность, логическая стройность и простота построений) (А. Эйнштейн). Во всей полноте намеченный путь в открытии хаоса оказался неприменимым. Немногочисленные прямые экспериментальные данные не составили эмпирическую базу при исследованиях хаоса. Что касается «внутреннего совершенства», отличия еще более разительные. Отсутствовал этап создания новой концептуальной структуры, призванной составить основу новой теории. Здесь физическая основа осталась неизменной (классическая механика). Все обусловлено свойствами решений уравнений, что имеет универсальный характер и не ограничивается физическими системами. И тут совершенно неожиданно открылось новое поле возможностей. Непонимание того, что в основе хаоса лежит не особый физический механизм, явилось главной причиной затянувшегося на несколько десятилетий открытия этого явления.

Область проявлений статистических закономерностей оказалась значительно шире, чем считалось. В самой физике явление хаоса проявляется практически во всех ее областях. Сами области проявления очень узкие, но принципиально важно их наличие. Открытие явлений, формирующих наши представления об устройстве мира, могут происходить без прямого воздействия эксперимента. Глубокие концептуальные сдвиги могут совершаться без изменения теоретического фундамента, на уровне лишь получения следствий из фундаментальных уравнений. Произошло смещение понимания: динамическое и статистическое описание располагались иерархически, приоритет первичности отдавался динамическому описанию. Теперь оба подхода в определенном смысле воспринимаются диалогически, на одном уровне. Произошло не только открытие новых явлений, но осознание ограничений, сужение круга вопросов, которые можно задавать. Возникает вопрос: является ли классическая механика завершенной теорией? Что понимать под завершенностью для фундаментальной теории, определяющей картину мира? Мы находимся только в начале пути. Глубокое исследование сложившихся областей, скажем, гидродинамики, может не просто добавить какие-то детали, а привести к неожиданным концептуальным результатам.

Эксперимент и теория являются тесно связанными, но самостоятельными сущностями. Исследование нелинейных явлений по-новому высветило проблему их единства и самостоятельности. В частности, как относиться к таким явлениям, как диффузия Арнольда, существование которой строго доказано теоретически, но даже косвенная экспериментальная проверка крайне затруднительна, поскольку эффект проявляется на астрономических масштабах времени?

В нелинейных явлениях исключительное значение отводится математике, изменились роль и место математического формализма. Поведение нелинейных систем находится за пределами интуитивных представлений. Существуют такие задачи, очень трудные в математическом отношении, решение которых дает возможность выявить нетривиальную «тонкую структуру» явлений, недоступную при традиционном подходе. Тогда задача смещается в математическую плоскость, приводятся в действие самые современные математические инструменты, решение проводится на математическом уровне строгости (программа Чебышева-Колмогорова).

Новая математика явилась не просто средством вычисления, а способом думать и понимать. Были сформулированы новый язык и система понятий, прочно вошедших в физику. Количественный и качественный подходы представляют бинарную оппозицию, являются взаимно дополнительными. В разные периоды и даже для разных проблем центр оппозиции смещался к тому или к другому полюсу.

Изучение нелинейных явлений проливает новый свет на понятие идеализации. При внутренней неустойчивости системы разделение факторов на существенные и несущественные приобретает иное значение, причина и следствие становятся явлениями разных масштабов. Сколь угодно тонкие детали могут стать существенными, и ничтожная причина приводит к большим конечным эффектам. Проблема отделения уравнений от начальных условий и значений параметров из практической плоскости переходит в разряд принципиальных, становясь составной частью теории. Отчетливо проявляется то, что выделение на главное место уравнений и отнесение на задний план начальных условий, представляет приближение и имеет свои границы применимости. В области неустойчивости проблема начальных условий перестает быть локальной и приобретает иной смысл идеализация замкнутой системы.

Выделение существенных факторов значительно упрощает рассмотрение. Все остальные сложности относят к качественной стороне явления. Здесь мы подходим к понятию структурной устойчивости — одного из важнейших понятий не только всей нелинейной науки, но лежащей в основе нашего миропонимания. В понятии структурной устойчивости формализована такая сторона, как глобальное описание. В точке бифуркации система становится структурно неустойчивой и в ней разделяются качественно отличающиеся состояния. Понятие структурной устойчивости имеет общенаучное значение. Так, в математике она лежит в основе попыток решения грандиозной задачи — классификации динамических систем. Требование структурной устойчивости запрещает задавать слишком точные вопросы о качественном поведении системы в тех случаях, когда малое изменение модели меняет ответы на эти вопросы (В.И. Арнольд).

Качественная теория преобразила весь облик математики и ее приложений. Фундаментальным образом поменялась идеология, глубина взаимодействия математики и других наук. Вошли в обиход математические понятия, до этого чуждые физическому мировосприятию (теоремы существования и единственности, множества меры нуль и т. д.). Нахождение даже качественного решения может оказаться слишком сильным требованием и тогда ограничиваются еще более грубым описанием. Пример дает теория турбулентности — фундаментальная

нерешенная проблема классической физики. Последовательное дедуктивное построение теории на современном уровне развития математики, видимо, невозможно. Даже доказательство существования решения уравнений гидродинамики представляет крайне сложную задачу. Значение качественной теории характеризует тот факт, что задачи качественного характера отнесены к числу нерешенных проблем тысячелетия.

В настоящее время сложился новый вид исследования — вычислительный эксперимент, претендующий на самостоятельный вид исследования наряду с теорией и лабораторным экспериментом. В нем присутствуют все составляющие традиционного научного метода «гипотеза-дедукция-эксперимент». Вычислительный эксперимент выступает как эвристический метод, в том числе и в современной математике. С его помощью выбираются направления для дальнейших исследований, даже может привести к изменению логического характера задачи. В основе необязательно лежат твердо установленные теоретические положения, это восполняется строгим обоснованием вычислительных процедур. Вычислительный эксперимент ставит перед эпистемологией серьезные проблемы и по его поводу не ослабевают острые дискуссии. Еще к Пармениду и Галилею восходит идея, что к истине может привести строгий анализ проблемы, даже без обращения к экспериментальной проверке. Вычислительный эксперимент находится в том же ряду.

Методология и понятия нелинейной динамики сформировались на простых моделях, но они претендуют на универсальный характер. В «сферу влияния» попали экономические и гуманитарные науки. Этому способствует и общая атмосфера эпохи с ее потрясениями, войнами, революциями, экономическими кризисами, когда без видимых причин рушится, что казалось незыблемым. Нелинейное мышление коррелирует с общекультурным кодом эпохи, находится в русле тенденций, когда усилилось значение комплексных исследований, междисциплинарных связей, вовлечения в разные области знания общенаучных понятий (структура, система, информация и др.). К последним относится и понятие нелинейности. Нелинейные задачи были предметом изучения с самого начала возникновения точного естествознания. Но доминирующее место занимала линейная базовая модель, когда нелинейность учитывалась с помощью поправок. Считалось, что линейного языка достаточно для понимания основных закономерностей. Возможности такого подхода оказались исчерпанными, когда нелинейность не являлась малой. Это привело к необходимости выделения нелинейных систем как первичной структуры.

Взаимодействие нелинейной динамики с экономическими и гуманитарными областями разнопланово и имеют место два аспекта. Первый — непосредственное применение развитого математического инструментария для решения конкретных задач. Здесь имеются некоторые успехи (теория деловых циклов, модель экономических циклов Гудвина и др.). Практически все канонические модели нелинейной динамики нашли применение в экономических задачах. Значительно более важным является другой аспект — распространение нового языка и системы понятий, когда проблемы экономического и гуманитарного характера формулируются в новой системе координат. Здесь, помимо трудностей перевода и подозрений в физикализме, возникают и эпистемологические вопросы. Это связано с категориальной разобщенностью систем.

Как соотносить понятия, созданные в математике и физике, с гуманитарными маркерами — ценностью, смыслом, эмоциональным настроением, политическими и идеологическими предпочтениями? Не последнее значение имеет социокультурный опыт, особенности социализации «физиков» и «лириков». Не будет ли это все просто пересказом на новом языке известных истин, или преходящей модой?

Нелинейность присуща экономическим и социальным системам с их неустойчивостью, структурными изменениями, непредсказуемостью. Линейность и устойчивость экономических систем имеет ограниченную применимость, экономический хаос демонстрируют даже маломерные простые модели, имеются фундаментальные ограничения на экономическое прогнозирование. Все это совершенно преобразило взгляды на процесс экономического развития. Возвращение к представлениям линейной эпохи стало невозможным.

Понятия естественных и гуманитарных наук достаточно автономны и не имеют между собой прямых соответствий. Пара взаимно несопоставимых элементов с отношениями адекватности образует семантический троп. В этом отношении тропы составляют суть творческого мышления с предельно широкой сферой применимости. Наглядные аналоги абстрактных идей, модели элементарных частиц и пр., являются тропами. Закономерное сближение часто выступает в качестве толчка для формулирования новой закономерности [1, с. 178]. Сказанное помогает понять наличие объективного поля взаимодействий между естественными и гуманитарными областями. При несходстве объектов между ними имеется общность. Основанием для размежевания является отсутствие в гуманитарных науках точных определений, понятия представляются расплывчатыми, опорными элементами выступают идеи-термы с присущим им релевантным знанием. Крайне затруднена формализация. Нелинейный язык и система понятия не означают подмену имеющегося языка и понятий гуманитарной сферы. Имеется в виду сосуществование и диалог разных концептуальных положений и эквивалентных описаний, которые вовлекаются в отношения взаимодополнительности, включая гуманитарные области в более широкий контекст. Переводимость дает своего рода метаязык, позволяющий преодолеть эффект отчуждения, и расширить когнитивный горизонт. Пределы понятийного каркаса, смысловое наполнение значительно изменяются. Пока еще нет эффективного набора формализованных процедур, требуется другая математика.

Перевод на язык качественной теории предполагает обретение новой структурной организации. «Выражение некоторой сущности средствами другого языка — основа выявления природы этой сущности» [1, с. 254]. Новый подход открывает другие позиции, воздействуя не только на содержание, но и на логику процесса исследования. Выявляется иное понимание исторического процесса (Пригожин И. [3], Николис Г., Пригожин И. [4], Лотман Ю.М. [1, 2]). Ход событий, определенный всей совокупностью исторических условий, протекает детерминированным образом. В точках бифуркации нарушаются причинно-следственные связи, реализуется не только механизм случайности, но и механизм сознательного выбора. Определяющее значение может приобрести роль индивида, речь, пропаганда. Случайность не беспричинна, она из другого причинного ряда. После сделанного выбора дальнейший ход процесса

протекает детерминированным образом. С точки зрения внешнего наблюдателя произошедшее является единственно возможным, согласуясь с гегелевским отрицанием случайного в историческом процессе.

Поскольку всего знать невозможно, нужно ограничиться пониманием (Ж. Санд). Целью науки является не только получение ответов. Не менее важно постановка правильных вопросов и способ рассуждений, главное значение имеют такие вопросы, на которые нет однозначных или окончательных ответов. Новые подходы открывают возможность нового понимания. А понимание представляет собой задачу более высокого уровня, чем просто знание.

Список литературы

1. Лотман Ю.М. Внутри мыслящих миров // Семиосфера. – СПб.: «Искусство-СПб.», 2010. – С. 150–390.
2. Лотман Ю.М. Культура и взрыв // Семиосфера. – СПб.: «Искусство-СПб.», 2010. – С. 11–148.
3. Пригожин И. От существующего к возникающему. – М.: Наука, 1985. – 326 с.
4. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: Мир, 1990. – 344 с.

References

1. Lotman Yu.M. Inside the thinking worlds. Semiosphere. St. Petersburg: Art-SPb., 2010. P. 150–390.
2. Lotman Yu.M. Culture and Explosion. Semiosphere. St. Petersburg: «Iskusstvo-SPb.», 2010. P. 11–148.
3. Prigogine I. From existing to emerging. Moscow: Nauka, 1985. 326 p.
4. Nicolis G., Prigogine I. Knowledge of the complex. Moscow: Mir, 1990. 344 p.

Информация об авторе

Равиль Рафкатович Мухин, доцент, доктор физ.-мат наук, Старооскольский технологический институт, (филиал) ФГАОУ Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов», Старый Оскол, Россия. **E-mail:** mukhiny@mail.ru

Information about the author

Ravil' R. Mukhin, Doctor of Physics and Mathematics, Associate professor of the Starooskolsky Technological Institute, (branch) of the National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Staryi Oskol, Russian Federation. **E-mail:** mukhiny@mail.ru