

UDC: 101.8 + 141.1 + 165 + 303.725.22

К вопросу о методах теоретической физики (материалы к гносеологическим исследованиям «Больцмановской теории отражения» и теории моделирования)

Градов О.В.,
ИХФ РАН, Москва
gradov@chph.ras.ru

Аннотация: Причиной недостаточного внимания к философским взглядам Больцмана со стороны специалистов из англоговорящих или азиатских стран является недоступность переводов его работ на соответствующие языки, диалекты. Данное положение дел приводит к тому, что философские взгляды Больцмана, имеющие принципиальное значение как для физики, так и для гносеологии и теории познания, искажаются или вульгарно упрощаются. Нами впервые дается полный перевод на русский с немецкого языка ряда мест из популярных работ Людвиг Больцмана, неоднократно цитированных по вторичным источникам философами в XX веке, вследствие этого упростившими интерпретацию философских взглядов Больцмана, нередко до полной утраты сути и смысла. Мы показываем, насколько внутренне полным или самосогласованным и эвристически ценным был изначальный подход Людвиг Больцмана, утраченный в результате данных недомолвок и упрощающих вторичных реинтерпретаций.

Ключевые слова: Людвиг Больцман, материализм и эмпириокритицизм, гештальт-эксперимент «мозг Больцмана», методы математической физики, теория познания

1. Гносеологические основы познаваемости реальности с позиций теории отражения и математическая физика: «поразительная аналогичность» дифференциальных уравнений и методы аналогового моделирования

«Поразительная аналогичность» дифференциальных уравнений, относящихся к разным областям явлений, отмеченная Больцманом более века назад в одной из популярных работ «Über die Methoden der theoretischen Physik» (Boltzmann, 1979a), ставшая особо популярной в быв. СССР и СЭВ, будучи процитированной Лениным в работе «Материализм и эмпириокритицизм» (Ленин, 1969, 2021), позволяет успешно моделировать явления из одной области физики математическими моделями на основе дифференциальных уравнений, разработанными для других областей.

Наиболее известный вторичный источник, по которому неспециалисты знают подходы Больцмана в данном контексте, Ленин, цитирует и комментирует этот фрагмент следующим образом:

«Natur zeigt sich in der „überraschendsten Analogie“ der Differentialgleichungen auf den verschiedenen Erscheinungsgebieten. „Dieselben Gleichungen können als Auflösung eines Problems der Hydrodynamik und der Potentialtheorie betrachtet werden. Die Theorie der Flüssigkeitswirbel sowie die der Gasreibung zeigt die überraschendste Analogie mit der des Elektromagnetismus usw.“ Die Leute, die die „Theorie der allgemeinen Substitution“ anerkennen, werden der Frage keinesfalls ausweichen können, wer denn auf den Gedanken gekommen sei, die physische Natur so einheitlich zu „substituieren“» (Ленин, 1949, 1971).

Единство природы обнаруживается в «поразительной аналогичности» дифференциальных уравнений, относящихся к разным областям явлений. «Теми же самыми уравнениями можно решать вопросы гидродинамики и выражать теорию потенциалов. Теория вихрей в жидкостях и теория трения газов (Gasreibung) обнаруживают поразительную аналогию с теорией электромагнетизма и т. д.»... Люди, признающие «теорию всеобщей подстановки», никак не увернутся от вопроса, кто же это так единообразно догадался «подставить» физическую природу (Ленин, 1969, 2021).

Полемический и популяризирующий («вторично популяризирующий», так как сам Больцман в цитируемой работе выступает как популяризатор, а сам цитируемый сборник Больцмана в 1905 году вышел в Лейпциге под названием «Populäre Schriften» / «Популярные статьи»; см. рис. 1а, рис. 1б) тип изложения Лениным данного отрывка является для многих отпугивающим фактором, из-за чего до анализа идей Больцмана в подлиннике у большинства руки не доходят, а Больцмана, исходя из эпатирующего упрощения вторичного цитирования, объявляют вульгарным либо механистическим материалистом, что не является корректным.

В оригинале же Людвиг Больцман пишет:

«Самые удивительные и самые далеко идущие аналогии обнаруживались между, казалось бы, совсем несопоставимыми природными процессами. До известной степени, природа построила самые разные вещи по одному и тому же плану, или, как сухо выразится аналитик, одни и те же дифференциальные уравнения применимы к самым различным явлениям».

(«Die überraschendsten und weitgehendsten Analogien zeigten sich zwischen scheinbar ganz disparaten Naturvorgängen. Die Natur schien gewissermaßen die verschiedensten Dinge genau nach demselben Plane gebaut zu haben, oder, wie der Analytiker trocken sagt, dieselben Differentialgleichungen gelten für die verschiedensten Phänomene».)

В качестве примеров данных аналогий Больцман указывал на подобие теплопроводности, диффузии и движения зарядов в проводниках («So geschieht die Wärmeleitung, die Diffusion und die Verbreitung der Elektrizität in Leitern nach denselben Gesetzen»), гидродинамические аналогии в теории потенциалов. В той же работе «Über die Methoden der theoretischen Physik» он пишет:

«При построении аппаратов второго рода были предприняты попытки определить значения интегралов дифференциальных уравнений, одинаково справедливых для явления, трудно наблюдаемого, например трения газа, и явления, легко обнаружимого, — такого, как распределение электрического тока в проводящем теле подходящей формы», так что в итоге физическая характеристика ненаблюдаемого процесса «может быть легко рассчитана путем наблюдения последнего явления, а затем использована для вычисления постоянной трения из первого явления».

(«In der Konstruktion von Apparaten zweiter Art ging man soweit, daß Versuche gemacht wurden, die Werte der Integrale von Differential-Gleichungen, welche in gleicher Weise für ein schwer zu beobachtendes Phänomen, wie die Gasreibung, und ein leicht meßbares, wie die Verteilung des elektrischen Stromes in einem leitenden Körper von entsprechend gewählter Gestalt gelten, durch Beobachtung des letzteren Phänomens einfach abzulesen und dann zur Berechnung der Reibungskonstante aus dem ersteren Phänomen zu verwerten».)

В этом отношении Людвиг Больцман писал следующее: «Одни и те же уравнения возможно рассматривать как решение задачи как в гидродинамике, так и в теории потенциала. Теория вихрей в жидкости, как и теория трения газа, обнаруживает удивительную аналогию с теорией электромагнетизма» (в ориг: «Dieselben Gleichungen können als Lösung eines Problems der Hydrodynamik und der Potentialtheorie betrachtet werden. Die Theorie der Fltissigkeitswirbel, sowie die der Gasreibung zeigt die überraschendste Analogie mit der des Elektromagnetismus»). Там же он пишет про найденные Томсоном аналогии для задач упругости и электромагнетизма («Schon Thomson hatte eine Reihe von Analogien zwischen Problemen der Elastizitätstheorie und solchen des Elektromagnetismus hervorgehoben»), а также рассматривает механические аналогии у Максвелла, резюмируя, что Максвелл, не веря в реальность «несжимаемой жидкости» и сил сопротивления, хотел лишь создать простую аналогию, обнаруживающую большую аналогию с электрическими явлениями в эвристически эффективной форме («welches große Analogie mit den elektrischen Erscheinungen ... auf eine Form bringen will, in der sie der Verstand möglichst leicht erfassen kann»). Так, Больцман пишет:

«Максвелл до сих пор использует механическую аналогию, или, как он выражается, динамическую иллюстрацию. Но он уже не конкретизирует их подробно, а отыскивает наиболее общие, механические положения, пригодные для того, чтоб привести к явлениям, аналогичным электромагнетизму».

(«Maxwell benutzt noch immer die mechanische Analogie oder, wie er sagt, die dynamische Illustration. Aber er spezialisiert sie nicht mehr ins Detail, sondern er sucht vielmehr die allgemeinsten, mechanischen Voraussetzungen auf, welche auf dem Elektromagnetismus analoge Erscheinungen zu führen geeignet sind».)

Однако же, поскольку доступных сетевых изданий «Über die Methoden der theoretischen Physik» на английском языке практически не существует, большинство авторов цитируют эти идеи не полностью, ограничиваясь англоязычными вторичными источниками. Так, по впечатлениям автора настоящей статьи, многие англоязычные авторы из быв. СЭВ до сих пор цитируют только фрагмент:

«The same equations can be regarded as solving the problems of hydrodynamics and of the theory of potentials. The theory of vortices in fluids and the theory of friction in gases ... reveal a most astonishing analogy to the theory of electromagnetism, etc.»,

заимствуемый из цитаты, данной по В.И. Ленину из английского издания «Материализм и эмпириокритицизм» (Lenin, 1987). Это сугубо ограничивает трактовку подходов Больцмана к применению метода аналогий в физике в целом.

2. Против фальсификации аргументов Людвиг Больцмана при упрощенных трактовках его аргументации

Более того, для некоторых авторов также характерно принижение больцмановского уровня понимания физических аналогий, в силу «инкриминирования» ему мнения, что «феноменологическая физика только прикрывается облачением дифференциальных уравнений», взятого из некорректного перевода его речи 1899 г. на Мюнхенском съезде естествоиспытателей. Оно также следует из неполного перевода. В действительности следует опираться на полную немецкую цитату, взятую без отрыва от контекста. Контекст, учитываемый в цитированной выше работе «Материализм и эмпириокритицизм», выглядит так:

«If we are perfectly clear,” said Boltzmann in an address delivered to the Congress of Scientists held in Munich in 1899, “that the phenomenologists under the cloak of differential equations likewise base themselves on atom-like discrete units (Einzelweseri) which they have to picture as possessing now certain properties, now others for each group of phenomena, the need for a simplified, uniform atomism will soon again be felt».

(«Нам совершенно ясно, — сказал Больцман в речи, произнесенной на конгрессе ученых в Мюнхене в 1899 г., — что феноменалисты, прикрываясь дифференциальными уравнениями, также основываются на атомоподобных дискретных единицах (Einzelweseri), которые они изображают обладающими то одними свойствами, то другими для каждой группы явлений, а значит, скоро снова почувствуется потребность в упрощенном, единообразном атомизме».)

Таким образом, методы аналогий и модельные аналогии, основанные на подобию дифференциальных уравнений, не дезавуируются им ни в коей мере:

«Wird man sich vollkommen darüber klar, daß die Phänomenologen versteckt im Gewandt der Differentialgleichungen ebenfalls von atomartigen Einzelwesen ausgehen, die sie allerdings für jede Erscheinungsgruppe anders, bald mit diesen, bald mit jenen Eigenschaften in kompliziertester Weise begabt denken müssen, so wird sich bald wieder das Bedürfnis nach einer vereinfachten einheitlichen Atomistik einstellen» (Boltzmann, 1979b).

Акцент Л. Больцман делает здесь в области недопустимости использования дифференциальных уравнений без учета частиц / атомов, *ad hoc* — просто как удобного выражения для математического физика / теоретика. Например, он пишет: «Nur bei gedankenlosem Gebrauche mathematischer Symbole kann man glauben, Differentialgleichungen von atomistischen Vorstellungen trennen zu können» («Только при бездумном использовании математических символов можно поверить, что возможно отделить дифференциальные уравнения от атомарных понятий»).

Поэтому и попытки его обвинить в идеализме, исходя из его выражения «Auch die Analogien im Verhalten der verschiedenen Energieformen scheinen teilweise solche rein algebraische Gründe zu haben» («Аналогии в поведении различных форм энергии также, по видимому, имеют такие чисто алгебраические причины») (Boltzmann, 1979c), также лишены смысла.

3. Диалектика дискретного и непрерывного или переходы количественного в качественное в рассуждениях Людвиг Больцмана

Больцман не возражает против применения аналогий с механикой континуума, но тут же предупреждает о необходимости вдумчивого подхода к такого рода моделированию:

«Не думайте, что, используя слово „континуум“ или же записывая дифференциальное уравнение, вы создали четкую концепцию континуума! При ближайшем рассмотрении дифференциальное уравнение является лишь выражением того факта, что сначала нужно подумать о конечном числе; это первая предпосылка, только тогда число должно расти до тех пор, пока его дальнейший рост уже не будет иметь никакого значения»

(«Man glaube doch nicht, da man sich durch das Wort Kontinuum oder das Hinschreiben einer Differentialgleichung auch einen klaren Begriff des Kontinuums verschafft habe! Bei näherem Zusehen ist die Differentialgleichung nur der Ausdruck dafür, daß man sich zuerst eine endliche Zahl zu denken hat; dies ist die erste Vorbedingung, dann erst muß die Zahl wachsen, bis ihr weiteres Wachstum nicht mehr von Einfluß ist» (Boltzmann, 1979c)).

В ранее цитированной «Über die Entwicklung der Methoden der theoretischen Physik in neuerer Zeit» (Boltzmann, 1979b) Больцман пишет:

«Математическая феноменология естественным образом вернулась к кажущемуся понятию непрерывности материи. С другой стороны, указал, что дифференциальные уравнения, которые используются, по определению представляют собой простые пересечения границ, которые просто бессмысленны без предшествования мысли очень большого числа людей».

(Оригинал: «Die mathematische Phänomenologie kehrte naturgemäß zu der dem Anscheine entsprechenden Vorstellung der Kontinuität der Materie zurück. Dem gegenüber machte ich darauf aufmerksam, daß die Differentialgleichungen, welche sie benützt, laut Definition bloße Grenzübergänge darstellen, welche ohne die Voranstellung des Gedankens einer sehr großen Zahl von Einzelwesen einfach sinnlos sind».)

Иначе говоря, у Л. Больцмана здесь речь идет о том, что дифференциальные уравнения в механике континуума являются прямым следствием устройства материи, что, определенно, ставит ряд физических ограничений на возможные модельные аналогии.

Populäre Schriften

Ludwig Boltzmann

von

Dr. Ludwig Boltzmann

o. Professor an der Universität Wien

Populäre Schriften

Eingeleitet und ausgewählt
von Engelbert Broda



Leipzig

Verlag von Johann Ambrosius Barth

1905



Friedr. Vieweg & Sohn Braunschweig/Wiesbaden

a

б

Рис. 1: а — Первое издание (1905) *Populäre Schriften von Dr. Ludwig Boltzmann o. Professor an der Universität Wien* (Leipzig: Verlag von Johann Ambrosius Barth, 1905); б — второе издание (1979) *Populäre Schriften* (Braunschweig-Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH 1979; также сокращенно цитируется как: Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1979; ISBN-13: 978-3-528-08442-4) с предисловием австрийского физико-химика, автора классической работы «Evolution of the Bioenergetic Processes», председателя Австрийского Биофизического Общества (Österreichische Biophysikalische Gesellschaft), ранее — Австрийского Общества Теоретической и Прикладной Биофизики (Österreichischen Gesellschaft für Reine und Angewandte Biophysik) Энгельберта Брода (Engelbert Broda)

4. «Резольвометрический» анализ корректности математических моделей по Больцману

Больцмановское требование осмысленности применения аналогий, их происхождения и границ применимости (установленных физикой, а не математикой) является общим для всех его методологических работ. Так, в классической работе «Über die Unentbehrlichkeit der Atomistik in der Naturwissenschaft» он пишет об одном из типов аналогий (Boltzmann, 1979c):

«Второй род состоит из аналогий, которые могут проходить через разнообразные области проявления», но «последние часто основаны только на подобии формы, которую некоторые уравнения должны принимать с определенной степенью приближения, в то время как в более тонких деталях аналогии часто, как кажется, исчезают».

(Оригинал: «Die zweite Gattung besteht in Analogien, welche sich durch die verschiedensten Erscheinungsgebiete durchziehen können. Die letzteren haben ihren Grund oft nur in der Gleichheit der Form, welche gewisse Gleichungen bei einem gewissen Grade der Annäherung immer annehmen müssen, während in den feineren Details die Analogien oft aufzuhören scheinen».)

По существу, подобный «резольвометрический» или итеративно-вычислительный подход в действительности позволяет оценивать, насколько та или иная аналогия или модель обладает адекватностью к моделируемому явлению или физическому прототипу.

В только что цитированной работе (Boltzmann, 1979c) Больцман пишет:

«...несмотря на огромную важность интегральных теорем ... и аналогий (из-за многочисленных вычислительных преимуществ и новых точек зрения, которые они дают), как интегральные теоремы, так и аналогии всегда могут дать лишь малую часть всего фактического контекста, поэтому для точного представления ... явлений пришлось бы добавлять ряд специальных картин (естественной истории, соответствующей области явлений), что, как я полагаю, ... с помощью этого метода не получено даже однозначного и всеобъемлющего описания от-

дельной области стационарных явлений, не говоря уже об обзоре всех, даже турбулентных, явлений».

Цитата по оригиналу: «Allein trotz der enormen Wichtigkeit der Integralsätze ... und der Analogien (wegen der vielfachen Rechnungsvorteile und neuen Gesichtspunkte, welche sie bieten) liefern sowohl die Integralsätze als auch die Analogien doch immer nur einen kleinen Teil des gesamten Tatsachenzusammenhanges, man mußte daher selbst zur genauen Darstellung jedes einzelnen Erscheinungsgebietes noch so viele spezielle Bilder hinzunehmen (Naturgeschichte des betreffenden Erscheinungsgebietes), daß, wie ich andern Orts nachgewiesen zu haben glaube, bisher nicht einmal die eindeutige und umfassende Beschreibung eines einzigen Gebietes stationärer Erscheinungen nach dieser Methode gelang, geschweige denn eine Übersicht aller, sogar auch del' turbulenten Phänomene. Die frage, ob einmal auf diesem Wege umfassende Naturbilder gelingen, hat daher vorläufig nur einen rein akademischen Wert» [Ibid].

5. Обсуждение и перспективы

Таким образом, модели явлений на основе подобия их дифференциальных уравнений, по Больцману, представляют собой «формальные отображения» физической реальности, в рамках теории отражения — не ленинской, по существу, а Больцмановской, так как именно из работы Больцмана Лениным взята известная фраза: «Теория есть "изображение" (или: снимок) с природы, с внешнего мира» («Материализм и эмпириокритицизм»). Отсюда как минимум следует, что теория отражения, будучи согласованной с физикой отображений и пределами точности моделирования (то, что в XX веке легло в основу теории подобия и размерности), по Больцману, может лечь в основу достоверного моделирования реальных физических процессов или как минимум явиться квалиметрическим критерием точности и адекватности моделирования. Это позволяет строить новые системы подобия, основанные на принципах теории отражения и подобия дифференциальных уравнений. Например, эти подходы могут найти применение в создании «человеко-неопосредованной биомиметики», когда то, что считается или не считается подобием биологической функции, вычисляется в соответствии с требованиями подобия дифференциальных уравнений, а не исходя из того, в какой мере эта структура кажется похожей на биологический прототип субъективному и «бионически-мыслящему» (то есть инженерно-ориентированному) наблюдателю. Также, с позиций теории отражения и подобия кинетических дифференциальных уравнений, могут найти объяснения явления «наследования» в эволюционной динамике эпитаксиальных или слоистых геоминеральных структур, на которых реализуется темплатирование прототипов семантид и реализация прототипов биокаталитических функций. При этом характеристики подобных протогенетических систем как вычислительных систем Адлемана либо конечных автоматов Бененсона — Шапиро позволяют говорить о выполнении теоретических модельных функций отображения самой материальной темплатной системой. Применение подходов на основе «человеко-неопосредованной биомиметики», созданной с использованием методов анализа подобия дифференциальных уравнений и рассмотрения искусственных сенсорных / реагирующих сетей (в контексте «unconventional computing») в контексте теории отражения

приведет, на наш взгляд, к созданию новых физических (не цифровых / не виртуальных) аналогов нейронных сетей, работающих на принципах, подобных работе нейронов / мозга (в рамках достижения подобия дифференциальных уравнений уравнениям нейродинамики и математической электрофизиологии — от Ходжкина — Хаксли и кабельной модели Ролла и до более современных подходов, а значит, и достижения подобия эквивалентных схем этих моделей и прототипов физических нейронных сетей нового поколения и соответствующих им equivalent circuits). На основе подобного подхода, с позиций корпускулярной динамики, «по Больцману», можно предсказать некоторые крайне неклассические формы не виртуальных «нейросетей», способных реализовывать функции отражения, являясь продуктом процессов отражения при формировании в естественной окружающей среде, электрофизическим или иным путем действующей на формирование искусственного «коннектома». Например, нами рассматривается возможность реализации радиочастотных схем искусственных нейронов и сетей, формально подобных биофизическим, с использованием генераторов плазменного разряда высокой частоты. С точки зрения формальной аналогии и реализуемости подобных систем (не только в виртуальной симуляции, но и в материальной форме), данные системы, в строгом контексте «подобия уравнений» по Больцману, являются корректными моделями для теории отражения.

Ещё одним — напрямую авторски не связанным, но ассоциируемым с личностью Больцмана — примером может являться анализ парадоксального ноумена — гештальт-эксперимента типа «головы Больцмана». Только на этой принципиальной основе, корректно соотносимой как с физикой, так и с теорией отражения, возможно разрешение парадокса «головы Больцмана» или «мозга Больцмана», представляющего собой квинтэссенцию преодоления противоречий идеального и материального в рамках отрицания или же диалектики отрицания отрицания (преодолевая классическую дилемму софистов — «Boltzmann-Gehirn solipsistisch oder nicht?»):

«Больцман пришел к выводу, предполагая эргодическую гипотезу в термодинамике, что в неограниченный период времени в пределах статической Вселенной не только возможно, но и вероятно, что... возникнет больцмановская вселенная, в которой, предвосхищая антропный принцип, также может существовать такой же мыслящий мозг, как и его, который делает эти соображения. „Мозг Больцмана“ представляет собой доведение до абсурда этой идеи до такой степени, что должен быть только этот мозг, а все, что находится за пределами этого мозга, может быть иллюзией, и эта гипотеза даже гораздо более вероятна, чем реальность со многими мыслящими мозгами внутри одного мозга. Сложная структурированная вселенная. Абсурдный аспект этой идеи состоит в том, что после редукции больше не должно быть вселенной, выходящей за пределы мозга, о развитии которой должен был бы думать больцмановский мозг» [<https://de.wikipedia.org/wiki/Boltzmann-Gehirn>].

В оригинале:

«Boltzmann folgerte unter Annahme der Ergodenhypothese in der Thermodynamik, dass es in einem unbeschränkten Zeitraum innerhalb eines statischen Universums nicht nur möglich, sondern auch wahrscheinlich sei, dass sogar aus dem thermodynamischen Gleichgewicht, einem maximal gleichförmigen Zustand des Universums mit maximaler Entropie, ein Boltzmann-Universum entsteht, in dem, das anthropische Prinzip vorwegnehmend, möglicherweise auch ein denkendes Gehirn wie seines vorkommt, das diese Betrachtungen anstellt. Das Boltzmann-Gehirn ist eine Reductio ad absurdum dieser Vorstellung, bis hin zu dem Punkt, dass es ausschließlich dieses Gehirn geben muss und alles außerhalb dieses Gehirns eine Illusion sein könne, und diese Hypothese sogar viel wahrscheinlicher sei als eine Realität mit vielen denkenden Gehirnen in einem komplexen strukturierten Universum. Der absurde Aspekt dieser Vorstellung liegt dabei darin, dass es nach der Reduktion gar kein über das Gehirn hinausgehendes Universum mehr geben muss, über dessen Entwicklung das Boltzmann-Gehirn nachdenken müsste» [Ibid; <https://de.wikipedia.org/wiki/Boltzmann-Gehirn>].

При принятии идеи физического униформизма (когда, согласно Л. Больцману, «природа построила самые разные вещи по одному и тому же плану», что выражается в том, что «одни и те же дифференциальные уравнения применимы к самым различным явлениям») вопрос о возможности происхождения ощущающего и сознающего объекта во вселенной на любых принципах, при которых сохраняется математическое подобие / аналогия («überraschendsten Analogie» der Differentialgleichungen) с любым уже известным объектом с такой же функцией становится корректно ставящимся и решаемым (примерно так, как это на практике делают на данный момент специалисты в области нейроморфных вычислений, нейромиметических систем и эволюционной кибернетики, пренебрегающие материально-химической природой носителя данной функции). Если, с позиций теории отражения (с позиций цитировавшего Больцмана по первоисточнику В.И. Ленина), «отражение» представляет собой соответствие (в поздних трактовках как изоморфизм или гомоморфизм) образа или модели оригиналу, то Больцмановское «модельное» математическое подобие различных по природе естественных процессов («Die überraschendsten und weitgehendsten Analogien zeigten sich zwischen scheinbar ganz disparaten Naturvorgängen»), по определению, является морфизмом и отражением — как в классическом гносеологическом смысле (опосредованном человеческим сознанием), так и в неклассическом аспекте отношений подобия или морфизмов (так как подобие уравнений или описываемых ими процессов или механизмов существует независимо от человеческого сознания, в силу объективности физических законов и их математических аппроксимаций). Соответственно, «мозгом Больцмана», выполняющим функции отражения и реализующим в какой-то форме отношения подобия или морфизмы, в теории (ad absurdum) может являться даже система вселенских масштабов — при сохранении на этих масштабах таких отношений подобия / морфизмов.

Данное представление снимает парадокс, что «после редукции больше не должно быть вселенной, выходящей за пределы мозга», и, при правильной трактовке, позволяет избежать идеалистических спекуляций, так как и для реализации отражения в рамках редукции-

онизма (по соответствующему определению, «отражение... — это способность материальных объектов оставлять в себе следы других материальных объектов при взаимодействии с ними»), и для реализации математических отношений подобия и морфизмов с использованием основных физических принципов не требуется присваивать вселенной свойства суперкомпьютера или человеческого интеллекта, выходящие за рамки вышеозначенной физики и математики. По этой причине, учитывая проанализированные представления Л. Больцмана, для масштабов наблюдаемой части вселенной гештальт-эксперименты типа «мозга Больцмана» (Boltzmann-Gehirn), созданные в полемических целях (*ad absurdum*), теряют физический смысл, с точки зрения Больцмановского униформизма математических выражений, описывающих явления природы (и обладающих не опосредованными человеческим сознанием гомоморфизмами и изоморфизмами).

Это утверждение хорошо соотносится с мнением Больцмана, что «анalogии в поведении различных форм энергии также, по-видимому, имеют чисто алгебраические причины» — «Energieformen scheinen en teilweise solche rein algebraische Gründe zu haben» (Boltzmann, 1979c). Соответственно, не только объекты отражения, но и сигналы разного типа можно поставить в отношения морфизмов, подобия, эквифинальности в сетях причинно-следственных связей на базе униформных схем, описываемых подобными (до уровня взаимного моделирования в нелинейной физике) выражениями и оперирующими гомо- и изоморфными отображениями, реализуемыми через «анalogии в поведении различных форм энергии». Таким образом, мы получаем не солипсистскую редукцию бытия к сознанию в «свято-татственной» форме «мозга Больцмана», а обычную полноту мультифизического анализа во Вселенной, включающего в себя «все связи и опосредования», доходящего, в силу многофакторности моделирования, до такого уровня, на котором явления нелинейной физики и феномены взаимного воздействия физических факторов настолько сложны и кооперативны, что создают иллюзию «Соляриса», возбудимой, реагирующей, саморегулируемой и (едва ли не) мыслящей системы. С позиций самого Больцмана, который жил до появления вычислительных машин (и писал: «как интегральные теоремы, так и аналогии всегда могут дать лишь малую часть всего фактического контекста» ... «не удастся даже однозначного и исчерпывающего описания одной области стационарных явлений по данному методу, не говоря уже о обзоре всех, даже турбулентных явлений» — что вполне естественно для эпохи до появления теории хаоса), представляло наивысший интерес построение именно мультифизического образа реальности на базе полной совокупности детерминированных факторов и подхода аналогий уравнений (по Больцману). То есть сам Больцман с удовольствием построил бы материалистическую модель «вселенной Больцмана» (с учетом «всех связей и опосредований»), но никак не идеалистическую модель «мозга Больцмана».

Да, несомненно, «модель вселенной Больцмана» в идеализированном / наиболее полном варианте представляла бы наиболее полное отражение или изоморфное отражение разных аспектов функционирования физического оригинала, в рамках гносеологии, теории познания и материалистической теории отражения, но она не была бы аналогом мышлению или мозгу — агенту или субстрату процесса отражения и познания. Больцман четко понимал это различие между объектом исследования и моделью — как его образом / изображением / отражением, равно как понимал он и различие между отображаемым объектом и субъектом,

получающим образ в ощущениях (первичное отражение, отображение) или математической реконструкции (синтетический образ — продукт морфизмов или отображений, в том числе — не биективных отображений, соответствующих процессам интегрирования и кластеризации / систематизации информации). Поэтому он писал именно о возможности синтеза полной и самосогласованной модели, математической реконструкции «изображения природы»; но, не имея вычислительных машин и современного математического аппарата, он заключал, что на тот момент «Вопрос о том, можно ли таким путем получить всеобъемлющие изображения природы, имеет пока лишь чисто академическое значение» («Die frage, ob einmal auf diesem Wege umfassende Naturbilder gelingen, hat daher vorläufig nur einen rein akademischen Wert» (Boltzmann, 1979c)).

Таким образом, полное прочтение и правильная (учитывающая идеологический уровень конкретного исторического периода и материализм больцмановских формулировок) форма интерпретации его идей приводят не к конфузным трактовкам, появившимся при переходе от позитивистского модернизма к уничтожающему смыслу постмодернизму, а к логичным и четким экспликациям, на базе которых любой специалист, работающий в данном дискурсе анализа, смог бы сформулировать те же выводы, что и философ эпохи грюндерства или В.И. Ленин в первой четверти XX века.

Благодарности

Автор благодарит коллег из American Physical Society (New York State Section), активно поддерживавших в период его членства в APS (в 2013 г.) дискуссии о работах Больцмана и виртуальные контакты в рамках Forum on the History of Physics. Автор благодарит коллег из International Society for the Systems Sciences (созданного Людвигом фон Берталанффи в 1954 г. как Society for General Systems Research; SGSR), членом которого он является, за бурные дискуссии о методах моделирования, проблемах подобия и размерности в моделировании (в период до 2022 г.). Автор благодарит немецких коллег, с которыми вкратце пересекался в 2017–2018 гг., за объяснение некоторых трудных грамматических мест в аутентичном тексте работ Больцмана на немецком языке. Данная работа докладывалась на методологических и диалектических семинарах до 2010 г. Данная работа завершена в период пандемии (COVID) 2020–2022 г., в силу которой многие крупные специалисты навсегда оставили наш мир, но в наших сердцах мы навечно благодарны им, зародившим в нас внимание к фундаментальной науке и принципиальным вопросам теории познания (Die Erkenntnistheorie).

Литература

1. [Boltzmann, 1905](#) — Boltzmann, L. (1905). *Populäre Schriften von Dr. Ludwig Boltzmann o. Professor an der Universitilt Wien*. Leipzig: Verlag von Johann Ambrosius Barth.
2. [Boltzmann, 1979a](#) — Boltzmann, L. (1979). Über die Methoden der theoretischen Physik (München, August 1892). In: *Populäre Schriften* (pp. 17–25). Braunschweig-Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH. https://doi.org/10.1007/978-3-322-86111-5_1
3. [Boltzmann, 1979b](#) — Boltzmann, L. (1979). Über die Entwicklung der Methoden der theoretischen Physik in neuerer Zeit (Vortrag, gehalten auf der Miinchener Naturforscherversammlung, Freitag, den 22. September 1899). In: *Populäre Schriften* (pp. 120–149). Braunschweig-Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH. https://doi.org/10.1007/978-3-322-86111-5_10
4. [Boltzmann, 1979c](#) — Boltzmann, L. (1979). Über die Unentbehrlichkeit der Atomistik in der Naturwissenschaft (Aus den Annalen der Physik und Chemie. N. F. Band 60. S. 231). In: *Populäre Schriften* (pp. 78–93). Braunschweig-Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH. https://doi.org/10.1007/978-3-322-86111-5_8
5. [Lenin, 1949](#) — Lenin, W.I. (1949). *Materialismus und Empiriokritizismus — Kritische Bemerkungen über eine reaktionäre Philosophie*. Berlin: Dietz Verlag.
6. [Lenin, 1971](#) — Lenin, W.I. (1971). {Band 14}. *Materialismus und Empiriokritizismus*. Berlin: Dietz Verlag.
7. [Lenin, 1987](#) — Lenin, V.I. (1987) *Materialism and Empirio-Criticism; Critical Comments on a Reactionary Philosophy* [This translation of V. I. Lenin's "Materialism and Empirio-criticism" has been taken from the English edition of the Collected Works of V. I. Lenin, Vol. 14, prepared by Progress Publishers, Moscow]. Moscow: Progress Publishers.
8. [Ленин, 1969](#) — Ленин В.И. (1969). *Материализм и эмпириокритицизм*. Москва, Политиздат.
9. [Ленин, 2021](#) — Ленин В.И. (2021). *Материализм и эмпириокритицизм: Критические заметки об одной реакционной философии: С дополнениями (статьи, рецензии, предисловия из изданий разных лет): В.И. Невский, А.М. Деборин, А.А. Богданов, Л.И. Аксельрод, Ю.И. Семёнов; Научно-справочный аппарат*. Москва: УРСС / Ленанд.

References

1. [Boltzmann, 1905](#) — Boltzmann, L. (1905). *Populäre Schriften von Dr. Ludwig Boltzmann o. Professor an der Universitilt Wien*. Leipzig: Verlag von Johann Ambrosius Barth.
2. [Boltzmann, 1979a](#) — Boltzmann, L. (1979). Über die Methoden der theoretischen Physik (München, August 1892). In: *Populäre Schriften* (pp. 17–25). Braunschweig-Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH. https://doi.org/10.1007/978-3-322-86111-5_1

3. [Boltzmann, 1979b](#) — Boltzmann, L. (1979). Über die Entwicklung der Methoden der theoretischen Physik in neuerer Zeit (Vortrag, gehalten auf der Miinchener Naturforscherversammlung, Freitag, den 22. September 1899). In: *Populäre Schriften* (pp. 120–149). Braunschweig-Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH. https://doi.org/10.1007/978-3-322-86111-5_10
4. [Boltzmann, 1979c](#) — Boltzmann, L. (1979). Über die Unentbehrlichkeit der Atomistik in der Naturwissenschaft (Aus den Annalen der Physik und Chemie. N. F. Band 60. S. 231). In: *Populäre Schriften* (pp. 78–93). Braunschweig-Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH. https://doi.org/10.1007/978-3-322-86111-5_8
5. [Lenin, 1949](#) — Lenin, W.I. (1949). Materialismus und Empiriokritizismus - Kritische Bemerkungen über eine reaktionäre Philosophie. Berlin: Dietz Verlag.
6. [Lenin, 1969](#) — Lenin V.I. (1969). [Materialism and empirio-criticism]. Moscow, Politizdat [in Russian].
7. [Lenin, 1971](#) — Lenin, W.I. (1971). {Band 14}. Materialismus und Empiriokritizismus. Berlin: Dietz Verlag.
8. [Lenin, 1987](#) — Lenin, V.I. (1987) Materialism and Empirio-Criticism; Critical Comments on a Reactionary Philosophy [This translation of V.I. Lenin's "Materialism and Empirio-criticism" has been taken from the English edition of the Collected Works of V.I. Lenin, Vol. 14, prepared by Progress Publishers, Moscow]. Moscow: Progress Publishers.
9. [Lenin, 2021](#) — Lenin V.I. (2021). [Materialism and empirio-criticism: Critical notes about one reactionary philosophy: With additions (articles, reviews, prefaces from publications of different years): V.I. Nevsky, A.M. Deborin, A.A. Bogdanov, L.I. Axelrod, Yu.I. Semyonov + Scientific reference apparatus. Moscow: URSS / Lenand.

On the methods of theoretical physics (materials for epistemological studies of "Boltzmann's theory of reflection" and modeling theory) *Letter to the Editor*

Gradov O.V.,
N.N. Semenov Institute of Chemical Physics, Moscow, Russia
gradov@chph.ras.ru

Abstract: The reason for the lack of attention to Boltzmann's philosophical views on the part of specialists from English-speaking and Asian countries is the unavailability of translations of his works into the corresponding dialect languages. This terrible state of affairs leads to the fact that Boltzmann's philosophical views, which are of fundamental importance for physics and epistemology, are distorted or vulgarly simplified. For the first time, we provide a complete translation from

German of a number of passages from the popular works of Ludwig Boltzmann, which were repeatedly cited from secondary sources by philosophers in the 20th century and simplified the interpretation of Boltzmann's philosophical views to the point of completely losing the essence and meaning. We show how complete and heuristically valuable Ludwig Boltzmann's original approach was, lost as a result of these omissions and reinterpretations.

Keywords: Ludwig Eduard Boltzmann, materialism and empirio-criticism; mathematical methods for theoretical physics, the Boltzmann brain thought experiment