
ЭРНСТ МАХ И ЛЮДВИГ БОЛЬЦМАН. ДРАМА ИДЕЙ, ДРАМА ЛЮДЕЙ

В.В. Аристов

*Вычислительный центр им. А.А. Дородницына
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН*

Сопоставляются взгляды двух крупнейших ученых и философов науки конца XIX – начала XX века. Мах и Больцман были не только современниками, но непосредственно взаимодействовали, работая в Венском университете. Различия их представлений были плодотворными, способствуя становлению двух революционных физических программ: теории относительности и квантовой теории. Рассматривается напряженный человеческий характер их взаимоотношений, сопоставляемый с социальным фоном эпохи начала XX века. Обсуждаются возможности соединения идей этих двух мыслителей для преодоления современного кризиса физического описания реальности. Реляционное статистическое пространство-время представляется таким подходом.

Ключевые слова: реляционные взгляды Маха, позитивизм, статистически-атомистический подход Больцмана, реализм, теория относительности, квантовая теория.

Введение

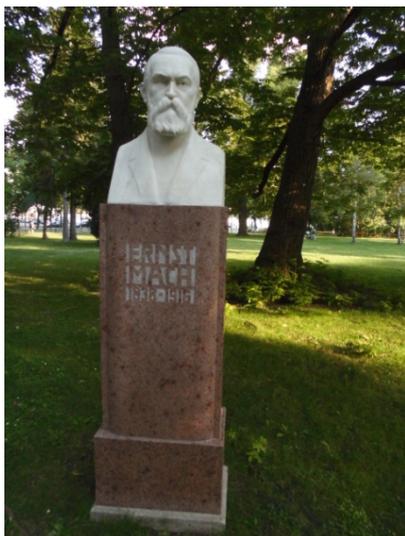
Большинством физиков и философов науки признано сейчас, что Эрнст Мах стоял у истоков идей одной из двух великих теорий двадцатого века – теории относительности. Но чтобы лучше понять глубину его представлений и прозрений и при этом их неизбежную неполноту, можно обратиться к другой замечательной фигуре того же периода – его коллеге и оппонента, способствовавшему созданию будущей квантовой теории, – Людвигу Больцману. Два этих замечательных философа науки (или натурфилософа в самом положительном смысле) образуют некую «драматическую пару» исторических персонажей. Они не только реализуют известные слова Эйнштейна об истории науки как драме идей, но связывают отвлеченный мир физики с философией и всей человеческой жизнью, являя воистину и человеческую драму, драму людей.

В определенном смысле напряженная ситуация между идеями Маха и Больцмана была выражена и в конфликте двух теорий: релятивистской теории и квантовой теории (механики): существующее до сих пор разногласие в языке этих построений неким отдаленным отголоском отражает споры и противоречия той эпохи.

Переломный период для человеческой истории (и истории науки) конца XIX – начала XX века служит некоторым «образцом» понимания заблуждений и прозрений и проступившего со временем масштаба человеческих лич-

ностей, которые вели страстный диалог о мировых проблемах в казалось бы абстрактных областях.

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы показать всю сложность взаимоотношений взглядов создателей новых физических представлений во взаимодействии личном, а также и с другими философами и физиками (современниками и предшественниками) и попытаться наметить пути выхода из конфликта идей.



Памятник Э. Маху в Вене



Памятник Л. Больцману в Вене

Историческая драма физических идей и участие в ней Маха и Больцмана

Говоря о паре «тесно соединенных» мыслителей Маха и Больцмана, нельзя не упоминать и о взаимоотношениях между этими личностями и другими фигурами физиков и философов науки. Для целей нашей работы с точки зрения общефилософских, натурфилософских идей важную роль могли бы сыграть обозначение других пар мыслителей и физиков, а именно одной отдаленной уже во времени – Лейбниц и Ньютон, и еще одной – по сути современников Маха и Больцмана – Пуанкаре и Эйнштейн.

Мах своей критикой абсолютных пространства и времени в книге «Механика. Историко-критический очерк ее развития» оказал глубокое воздействие на создателей теории относительности, прежде всего на Пуанкаре и Эйнштейна (заметим, кстати, что в одном месте своего труда [1] – в главе III «Дальнейшее применение принципов и дедуктивное развитие механики», в пункте 7 «Принцип наименьшего понуждения» – Мах упоминает и работу Больцмана). Для общей теории относительности принцип Маха был некой руководящей идеей при отождествлении сил инерции и тяготения.

П.П. Гайденко указывала в [2]: «Как Мах, так и Пуанкаре выступили с критикой ньютоновского учения об абсолютном пространстве и абсолютном

времени, учения, которое в конце XIX века еще разделяла большая часть естествоиспытателей».

Мах как неопозитивист шел в общем русле идеи, заповеданной одним из основателей позитивизма, а именно Огюстом Контом, который говорил, что единственный абсолютный принцип – это принцип относительности. Но Мах реляционные, релятивистские представления утвердил с помощью строгого анализа механики. Пуанкаре следовал в определенном смысле путями позитивизма, определенными Махом. В работе «Наука и гипотеза» он упоминает Маха в связи с продуктивной критикой «абсолютных понятий» Ньютона.

С другой стороны, к Больцману Пуанкаре относился критически и не рекомендовал его работы своим ученикам. Хорошо известен парадокс Пуанкаре–Цермело, где утверждается, что кинетико-статистическая теория Больцмана нарушает так называемую теорему Пуанкаре о возвратах, то есть противоречит уравнениям ньютоновой механики.

О том, что реляционные взгляды Маха (который, как известно, приветствовал проект бессиловой механики Герца) оказали влияние на релятивистскую программу Эйнштейна отчетливо написал В.П. Визгин в [3]: «Конечно, релятивистская программа Маха была достаточно туманна, ей недоставало учета достижений электродинамики и электронной теории... но крайне важные для релятивистской программы Эйнштейна релятивизм, кинематизм, установка на операционально-измерительное обоснование фундаментальных понятий (принцип наблюдаемости), мысленное экспериментирование, “феноменологический уклон” – все это было в духе маховской программы». О значимости принципа Маха в становлении общей теории относительности написано очень большое количество работ. Отметим статью последнего времени Ю.С. Владимирова [4].

Известно, что Эйнштейн в юности штудировал «Теорию газов» Больцмана. Многие авторы указывали на влияние идей Больцмана на физические представления Эйнштейна. Две из трех известных статей Эйнштейна, опубликованных в 1905 году, были связаны с атомистической теорией и подтверждали существование атомов и квантов света.

Н.Н. Боголюбов, сам внесший большой вклад в установление связи между ньютоновской механикой и больцмановским кинетическим описанием – так называемую иерархическую цепочку ББГКИ (Боголюбов–Борн–Грин–Кирквуд–Ивон), – писал в мемориальной статье, посвященной 50-летию смерти Больцмана [5] о значимости его работ по излучению черного тела – закон Стефана–Больцмана, который привел к многочисленным исследованиям, связанным с этой темой, и затем к «ультрафиолетовой катастрофе», способствовавшей становлению квантовых представлений. Хотя надо заметить, что заслуга Больцмана в создании квантовой теории не только и не столько в этом. Для прояснения вопроса достаточно обратиться к работам Джеммера или к подбору с комментариями оригинальных статей авторов [6] (включая и Больцмана), которые способствовали тому, что Планк ввел квант

действия. Важнейшим здесь является статистическое понятие энтропии, определяемое Больцманом для системы атомов, которое Планк использовал для излучения. Необходимость подсчета комбинаций при вычислении статистической энтропии заставила Планка отказаться от бесконечной делимости энергии излучения и ввести понятие кванта энергии для фиксированной частоты.

Прежде чем перейти к обсуждению взглядов в исторической «ретроспективе» Ньютона и Лейбница и их отражении в философии науки Маха и Больцмана, отметим еще одного замечательного физика XIX века, а именно Максвелла. Больцман изучал труды Максвелла по электромагнетизму, упомянутые работы по излучению были одним из следствий развития максвелловских идей. Но Больцман также развил и кинетическую теорию Максвелла, при этом Максвелл в [7] писал об ограничениях второго начала, вводя известного «демона». Но и сам Больцман, по-видимому, всю жизнь пытался понять эти ограничения, о чем свидетельствуют его письма как раз Эрнсту Маху (к сожалению ни одного ответного письма Маха Больцману не сохранилось). Например, Больцман писал в [8]: «Я полагаю, что невозможность *regretum mobile* это чисто опытный закон, который в еще не подвергшихся проверке случаях может в любой момент быть опровергнут опытом. Мое мнение, что это чрезвычайно мало вероятно в отношении так называемого первого основного закона и, может быть, не слишком невероятно в отношении второго закона (для условий, достаточно отличающихся от исследованных)».

Лейбниц, как справедливо полагают некоторые авторы, подошел к представлениям о строении вещества из мельчайших частиц. Вводя в механику понятие живой силы (кинетической энергии), он говорил о том, что при неупругом столкновении тел энергия эта не исчезает, но распределяется между малыми элементами, незримыми для глаза. С другой стороны, Лейбниц был и автором работы «Опровержение атомов, почерпнутое из [идеи] соприкосновения атомов» [9]. В ней он давал такое в достаточной степени традиционное определение того, что: «Атом есть тело, которое невозможно раздробить». Дальше следовали «Постулат. Если атомы существуют, то можно приписать любую фигуру и величину и любое расположение» и «Теорема. *Не может быть, чтобы все тела состояли из атомов*». Статью он заключал характерным для него утверждением: «Если же кто полагает, что атомы во всяком случае могут возникнуть по решению Бога, то мы согласимся с ним, что Бог может создать атомы, но необходимо непрерывное чудо, чтобы они противились раздроблению, ибо в самом теле начало совершенной твердости непостижимо. Бог может совершить все, что только возможно, но не всегда возможно, чтобы он передавал свое всемогущество своим творениям и делал так, чтобы они сами по себе производили то, что совершается могуществом его самого». Лейбниц в результате неких умозрительных заключений фактически отрицал понятие атома как неделимой, недробимой сущности. Определенным образом это перекликается и с понима-

нием возможности деления атома, к которому физики пришли в XX веке. Характерно здесь и такое высказывание Больцмана: «Слово “атом” не должно нас смущать – оно нам знакомо с давних времён; о неделимости атома не думает в настоящее время ни один физик» [8].

Лейбниц – один из первых мыслителей Нового времени, пытавшийся внести в понимание пространства и времени реляционные идеи. Хорошо известна его эпистолярная полемика с Кларком, который выражал, по сути, представления Ньютона. Таким образом, Лейбниц предвосхитил реляционные идеи Маха.

Можно еще добавить, что Лейбница некоторые авторы причисляют и к предшественникам «энергетизма» с учетом упоминавшегося важнейшего смысла, который он придавал сохранению энергии, так что и в этом сказалось его косвенное влияние на взгляды «энергетиста» Маха.

С концепцией Ньютона и у Маха, и у Больцмана были довольно сложные отношения. Известно, что программе Маха был присущ «инстантизм», то есть явно или неявно он был приверженцем идеи дальнего действия. Но все же, как отмечают некоторые исследователи, постепенно он стал более сочувственно относиться и к идеям ближнего действия, свойственным учению Фарадея и Максвелла. Так что его влияние на Эйнштейна как создателя полевой программы унификации физики было тоже ощутимым. Вообще, энергетизм с его приверженностью к понятию непрерывности в противоположность идеям атомистики был, по-видимому, ближе к представлениям полевым. Одно время Эйнштейн надеялся вывести все многообразие дискретных элементов мира из непрерывных обобщенных уравнений: частицы могли бы оказаться самосогласованными решениями модифицированных уравнений Эйнштейна–Максвелла.

Больцман в своих построениях опирался на механику Ньютона, на анализ парного взаимодействия частиц, но при этом, пытаясь совместить в одной теоретической схеме первое и второе начала термодинамики, он в статистическом подходе нарушал обратимость ньютоновской механики, за что подвергся резкой критике современников. Это выразилось в упоминавшемся парадоксе Пуанкаре–Цермело и в еще одном парадоксе, который обычно называют именем Лошмидта – друга и коллеги Больцмана.

Человеческий аспект драмы

Характерный фон мнений научного мира о Больцмане, хотя он был весьма известным ученым, достаточно вспомнить закон Стефана–Больцмана излучения (заметим, что Йозеф Стефан был учителем Больцмана, а Больцман учителем и Смолуховского, который вместе с Эйнштейном объяснил броуновское движение, утвердив атомистическую теорию), дает такое высказывание 1894 г. Дж. Брайана из журнала *Nature* о Больцмане [10]: «Кинетическая Теория Газов не более чем чисто математическое исследование,

результаты которого не имеют отношения к физическим явлениям, коротко говоря, вполне бесполезная математическая игра».

Непосредственные и «отдаленные» контакты Больцмана с Эрнстом Махом были многообразны. Мах был профессором физики и заведовал кафедрой математики в Граце с 1864 по 1867 год, позже в Институте физики в Граце долгие годы работал Больцман. В 1876 году Мах был в Праге и хотел вернуться в Грац. В 1894 году Больцман возвращается в Вену как директор физического института. В Венском университете Мах в 1895 году становится профессором философии и истории науки. Ситуация, когда в Венском университете работали одновременно Мах и Больцман, была странной: студенты на одном этаже на лекции по философии науки от Маха слышали о том, что атомов нет, на другом на лекции по физике от Больцмана, что атомы существуют.

Больцман, психологически неустойчивый, постоянно ощущал неприятие своих важнейших концепций, которым посвятил жизнь. Между Махом и Больцманом не было открытой вражды, но психологически Мах был более устойчив и спокоен. При этом, например, Мах писал философу Гомперцу: «Больцмана нельзя назвать болезненным, но все же он весьма наивный и подвержен влияниям... он просто не знает, как следовать определенной линии». В 1900 году Больцман решает принять предложение своего друга (и оппонента) Вильгельма Оствальда стать профессором теоретической физики в Лейпциге. Однако обстановка в Лейпциге была депрессивной для его тонкой природы и он совершил попытку самоубийства. В 1901 году Мах ушел на пенсию из-за болезни. Больцман собирался в Венский университет, который он покинул ради Лейпцига, но в общественном мнении из-за ходивших различных слухов он был сомнительной фигурой, поскольку его считали психически нездоровым. Все же его восстановили как директора института и в университете, причем нагрузка была очень велика, помимо курсов по теоретической физике он читал и курс лекций по философии, который до него вел Эрнст Мах. Можно отметить, что на вступительной лекции о проблемах натурфилософии в октябре 1903 года Больцман так высказался о Махе [8]: «Я в известном смысле преемник надворного советника Маха и это, надеюсь, обязывает меня начать лекцию с его чествования. Однако его хвалить – все равно, что пригласить вас в лес со своими дровами, да и не только вас, а всех образованных людей всего света».

В своей книге «Механика» Мах выступил против некоторых экспериментальных образов или моделей, которые уводили за пределы наблюдаемых фактов. Поэтому он отрицал существование атомов. Больцмановская философия науки была во многом отлична, ибо имела дело с образами как моделями реальности (не надо забывать, однако, что сам Мах стоял у истоков гештальт-психологии, это обсуждается, в частности, в работах А.А. Парамонова). Известно, например, высказывание Больцмана: «Однажды в зале заседаний Венской академии я весьма оживлённо обсуждал ценность атомистической теории, ставшей как раз вновь животрепещущей для физиков, с

группой академиков, среди которых находился... профессор Мах... Вдруг Мах лаконично заметил: “Я не верю в существование атомов”. От этого высказывания у меня голова пошла кругом...» [8. С. 188]. Мах говорил: «...если вера в реальность атомов имеет... столь существенное значение, то я отрекись совсем от физического образа мышления... то я не хочу быть настоящим физиком... то я отказываюсь от всякого научного признания...» [11]. Но известно и такое высказывание Маха: «Видевший хотя бы однажды опыт Перрена и Вильсона получит глубокое убеждение в реальности существования молекул и электронов» [11]. С другой стороны, по свидетельству ряда авторов, Мах так никогда и не примирился с «атомистической гипотезой». Хотя говорил, что поверит в реальность атомов, если увидит их собственными глазами. Возможно, его натурфилософские представления противились признанию некой «слишком материальной» дискретности в ущерб красивой «непрерывности» мира.

При этом друг и оппонент Больцмана физикохимик Оствальд, кстати и пригласивший Больцмана в Лейпциг (Оствальд говорил о Больцмане как о «чужом на этой земле»), сумел изменить свои взгляды, поскольку его «энергетизм» не был столь глубинно-метафизической идеей, как у Маха. Причем еще в начале века Оствальд высказывался весьма резко: «...атомистика станет научным анахронизмом и будет покоиться в “архивной пыли библиотек”» (цит. по: [12. С. 206]). Но уже через несколько лет (после того как получил в 1909 году нобелевскую премию по химии) тон его высказываний изменился: «Теперь я убеждён, что в последнее время мы получили опытное доказательство прерывного или зернистого строения материи, – доказательство которого тщетно искажала атомистическая гипотеза на протяжении сотен и тысяч лет. Изолирование и подсчёт газовых ионов, с одной стороны <...> а с другой стороны, совпадение броуновского движения с требованиями кинетической гипотезы... дают право самому осторожному учёному говорить об опытном доказательстве атомистической теории материи. Атомистическая гипотеза возведена, таким образом, в ранг научной, прочно обоснованной теории» (цит. по: [12. С. 18]).

По поводу трагической гибели своего коллеги 5 сентября 1906 года Эрнст Мах писал 7 сентября в венской газете «Ди Цайт» [13]: «Больцман объявил о курсе лекций на летний семестр 1906 года, однако должен был отменить его из-за состояния своих нервов. В информированных кругах знали, что, вероятнее всего, Больцман никогда больше не сможет преподавать. Говорили о том, что ему необходимо постоянное медицинское наблюдение, поскольку ранее он уже совершал попытки самоубийства». Но при этом Мах сказал о Больцмане и проникновенные слова. В частности, о том, что Больцман был экспериментатором, вряд ли имевшим себе равного. Это указание многозначительно: ведь сам Мах, будучи замечательным экспериментатором, автором многочисленных работ в области аэродинамики, оптики, физиологии, выработал свою натурфилософскую позицию («гипотез и моделей не измышляю») во многом потому, что понимал силу опытного физи-

ческого знания, которое является в некотором смысле неопровержимым. Можно привести по этому поводу слова И.С. Алексеева, который писал в [14]: «Энергетическая программа должна быть свободной от гипотез выражением фактов».

Работы Блекмора (см., например, [15]) посвящены отчасти и взаимодействию философских взглядов Маха и Больцмана. Блекмор утверждает даже, что Больцман не только находился под определенным влиянием, но что больцмановская философия науки стала в большей степени феноменалистической, чем собственно маховская. Эмпириокритицизм с внесением в него определенной дозы реализма Блекмор называет больцманизированным махизмом.

В октябре 1905 года Людвиг Больцман прочитал свой последний доклад в венском Философском обществе под названием «Смысл энтропии и любви с точки зрения теории вероятностей». Доклад не был записан, хотя делались попытки (Э. Бродой) его реконструировать. Трагический уход Больцмана придает этому событию особый смысл.

Л.С. Полак писал в [16. С. 9]: «Людвиг Больцман – довольно редкий случай физика-теоретика, у которого эмоциональное начало явно и открыто вторгалось в анализ чисто научных вопросов, а внешне благополучная жизнь университетского профессора и кабинетного ученого была наполнена невероятно интенсивным внутренним горением».

Социальный аспект

Современные для Маха и Больцмана фигуры, события в исторической перспективе могут предстать видимыми почти на «театральной сцене» конфликтов идей, причем не только научных, философских, но и социальных. Нельзя, безусловно, забывать и о личных взаимоотношениях, которые носили часто скрытый, непроявленный характер.

Драматическая пара Мах–Больцман имеет многочисленные соответствия в культуре той эпохи странного образования, которым являлась Австро-Венгрия, породившая, несмотря на свою мнимую «провинциальность», несметное число имен выдающихся мыслителей, ученых, писателей, художников, музыкантов, оказавших большое влияние на развитие всей культуры и науки XX века. Причем здесь тоже могут быть отмечены некоторые пары взаимодействующих или конкурирующих (иногда чисто лично, а иногда только идеями) личностей. Для целей нашей работы мы можем ограничиться только одной «парой»: Людвига Витгенштейна и Курта Гёделя, испытавших сложное воздействие идей и Маха, и Больцмана.

Давно уже была отмечена определенная синхрония событий, относящихся к революциям научным и социальным, начала XX века: сроки появления специальной и общей теории относительности приблизительно соответствуют времени русских революций, такое совпадение вносит дополнительный человеческий аспект в «физические абстракции». Причем удивитель-

тельным и причудливым образом имена Маха и Больцмана стали аргументами в политической борьбе. Известно высказывание Ленина о том, что «из немецких физиков систематически боролся против махистского течения умерший в 1906 году Людвиг Больцман».

Больцман был, по-видимому, далек от политической жизни (хотя упоминают, что он называл себя «старым демократом»), поэтому такие прозвища, как «махист», для него были непредставимы. Ни сном, ни духом Больцман не думал, что будет пусть мимолетной, но все же важной фигурой и аргументом в борьбе большевиков против меньшевиков. Он был в большей степени, чем Мах, чувствительной и даже артистической натурой, любил Шиллера и Бетховена. При этом его ранимость принимала со временем болезненные формы.

Тем не менее на долгие десятилетия слово «махизм» стало не просто ярлыком, но могло стать и приговором. В науке ученые и инженеры делали вид (а некоторые и действительно не знали), что некоторые термины, связанные с именем Маха, относятся к «тому самому» Маху. В конце 1940-х – начале 1950-х годов во время борьбы с космополитизмом, например, аэродинамики в статьях все же старались не использовать такие известные термины, как «число Маха», «конус Маха», «диск Маха» или «ножка Маха». Станным образом в определении числа Маха имя Больцмана тоже неявно присутствует (и здесь эти коллеги-оппоненты образуют неразрывную пару): это число определяется как отношение скорости потока газа в данной пространственной точке к локальной скорости звука, причем в определении скорости звука фигурирует k – постоянная Больцмана.

Следует отметить, что в отличие от Больцмана Мах не был чужд участию в общественной жизни, собственно, это и отразилось в конечном счете в книге Вл. Ильина (то есть В.И. Ленина) «Материализм и эмпириокритицизм». К. Черчиньяни в своей книге о Больцмане замечает по этому поводу [17. С. 4]: «Так как Больцман оппонировал идеалистической философии, то благодаря Ленину он стал “героем научного материализма” в Советском Союзе». Заметим, что Больцман некоторое время называл себя реалистом, выступая, например, с полемической статьей, в которой говорил о лекции Оствальда, направленной против материализма.

Вот что пишет в статье [18] Э. Брода, известный австрийский историк науки: «Взгляды Маха носили отпечаток его среды. Мах происходил из необеспеченной среды и познал тяжелую жизнь бедности. ...В австрийской Верхней палате, членом которой он стал с 1901 г., он в том же году выступал за сокращение рабочего дня горняков до 9 часов, а в 1907 г. – за всеобщее избирательное право. Он оказывал денежную поддержку рабочей прессе. В особенности же осуждал он, – уже, разумеется, вразрез с официальной социал-демократией, – бушевавшую с 1914 г. мировую войну». Чтобы подчеркнуть вовлеченность физика Эрнста Маха и в общественную жизнь той эпохи, можно сказать, что он был «реляционером-революционером».

Э. Брода добавляет: «К сторонникам Маха принадлежал также молодой физик Фридрих Адлер (изучавший, кстати, теорию относительности. – В.А.) – живший в Цюрихе сын Виктора Адлера, бывшего длительное время вождем венских социал-демократов». Заметим, что именно Виктор Адлер с началом войны посоветовал Льву Троцкому уехать из Вены – иначе его могли интернировать, что Троцкий и сделал, вечером того же дня уехав с семьей на поезде из Вены в Цюрих. Фридрих Адлер был в дружеских отношениях с Эйнштейном. Фридрих Адлер застрелил в 1916 г. австрийского министр-президента графа Штюргка (характерный ответ русского революционного терроризма. – В.А.) и был заключен в тюрьму (смертный приговор был заменен 18-летним сроком). Причем Ленин назвал убийство Фридрихом Адлером (за закрытие парламента) «актом отчаяния со стороны каутскианца». В тюрьме Фридрих Адлер написал статью против книги «Материализм и эмпириокритицизм» в защиту взглядов Маха. Адлер рекомендовал социалистам маховский позитивизм как наиболее подходящую для них теорию познания.

Здесь можно сделать небольшое отступление, чтобы показать, как через опосредованные звенья вся эта борьба идей и движений отразилась и в нашей реальности. Понятно, что Фридрих Адлер должен был представляться злейшим врагом идей социалистической коммунистической революции. Однако можно с удивлением отметить тот факт, что в 1918–1922 годах Большой проспект на Васильевском острове в Петрограде носил его имя. Известная московская улица Красина до 1931 года также носила имя Фридриха Адлера. Это притом, что он был создателем так называемого 2½ Интернационала, преобразованного затем в Социалистический интернационал, существующий до сих пор. Для Ленина не могло быть ничего хуже слова «половинчатый», что и получило отражение в названии этого по сути меньшевистского (с точки зрения большевиков) Интернационала. Но Фридрих Адлер помимо активного борца, реакционера и мученика стал особенно близок советской власти, потому что в 1918 году, выйдя досрочно из тюрьмы на волне революционных событий, возглавил австрийский венский совет рабочих депутатов. Так что этот ореол долго не могли разрушить те факты, что Фридрих Адлер является открытым врагом российского коммунистического строя.

Все это показывает, насколько тесно были переплетены пути идей научных и социальных, если даже физик (пусть и бывший) самым активным образом участвовал в политической борьбе, защищая идеи другого физика, мыслителя и по сути революционера в науке Эрнста Маха.

Воздействие и взаимодействие идей Маха и Больцмана

Два крупнейших мыслителя той эпохи Эрнст Мах и Людвиг Больцман оказали большое влияние на развитие физики, философии науки в XX веке, причем это воздействие и влияние как некое сияние становилось явным по-

степенно, только к началу настоящего века, нового тысячелетия став несомненным. Однако их научное наследие требует умножения и развития, поскольку сейчас теоретический кризис в физике продолжается. В данной работе мы старались подчеркнуть связь их идей, но при этом и столкновение, конфликтность, отчасти отражавшую «непримиримость взглядов», присущую той революционной эпохе. Представляется, что драма этих идей – еще «неоконченная драма».

Хотя концепции, которые внесли в философию науки Мах и Больцман, стали уже само собой разумеющимися. Например, хорошо известны слова Ричарда Фейнмана: «...Если бы в результате... мировой катастрофы все накопленные знания оказались бы уничтоженными и к грядущим поколениям живых существ пришла бы только одна фраза, то какое утверждение, составленное из наименьшего количества слов, принесло бы наибольшую информацию? Я считаю, что это – атомная гипотеза <...> все тела состоят из атомов – маленьких телец, находящихся в непрерывном движении...» [19].

С другой стороны, реляционные взгляды Маха, которые привели к релятивистской теории, стали неотъемлемой частью физической философии, физической науки. Причем Мах, записывая глобальные свойства инерции тел через некие суммы по всем зримым объектам Вселенной, по сути, стихийно использовал статистический подход. Осталось, казалось бы, сделать один шаг, распространив такие суммы на все объекты мира в их возможной делимости, связанные с атомами и элементарными частицами.

Можно также упомянуть о других различных сторонах воздействия идей. Прочитав Э. Броду: «В двадцатые годы процветал “Венский кружок”, официальную основу которого составляло так называемое “Общество Эрнста Маха”. Интересно отметить, что памятник Маху был сооружен, в нарушение обычая, в парке руководимой социал-демократами общины Вены, а не во дворе университета, отличавшегося своим консерватизмом... Больцман вместе со многими другими авторами назван в числе родоначальников идеологии кружка» [18. С. 288]. И еще одна цитата: «Конструктивно-умозрительный процесс исследования, иногда с построением мысленных или даже материальных моделей, был, конечно, сильной стороной Больцмана. Примечательно, что Эйнштейн никогда и нигде не «отмежевывался» от методологии или теории познания Больцмана, даже в тот период, когда он находился под влиянием Маха» [18. С. 289].

Э. Брода также добавляет: «Физик Мах был талантливым физиологом, а физик Больцман даже стал, благодаря своим работам по эволюции и биоэнергетике, одним из основателей биофизики. Мах и Больцман были дарвинистами» [18. С. 291].

Заключительные замечания

Мах говорил и о возможности нового понимания пространства и времени (он, по сути, задолго до Минковского представлял их как единое четы-

ремерие): «Физическое пространство, которое я имею в виду (и которое включает в себе вместе с тем и время), есть не что иное, как зависимость явлений друг от друга. Совершенная физика, которая распознала бы эту основную зависимость, не имела бы больше никакой надобности в особых воззрениях пространства и времени, так как они и без того были бы уже исчерпаны» [20. С. 67].

Можно сказать, что подходы (реляция и статистичность) двух замечательных физиков и мыслителей отражают те две стороны метода, который, будучи применены к построению пространства и времени, могли бы принести желаемое единство в физическую теорию – с нашей точки зрения это реляционно-статистический подход (см. [21–26]), где представлены различные варианты таких построений. С нашей точки зрения, сам Мах намечал в чем-то сходную концепцию пространства и времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мах Э. Механика. Историко-критический очерк ее развития. – Ижевск: Редакция журнала «Регулярная и хаотическая динамика», 2000. – С. 317.
2. Гайденко П.П. Понимание времени // Знание. Понимание. Умение. – 2004. – № 1. – С. 174–184.
3. Визгин Вл.П. Роль идей Э. Маха в генезисе общей теории относительности // Эйнштейновский сборник 1986–1990. – М.: Наука, 1990. – С. 49–97.
4. Владимиров Ю.С. Принцип Маха и космология // Метафизика. – 2016. – № 1 (19). – С. 80–95.
5. Боголюбов Н.Н., Саночкин Ю.В. Людвиг Больцман // Успехи физических наук. – 1956. – Т. LXI. – Вып. 1. – С. 7–15.
6. Шёнф Х.-Г. От Кирхгофа до Планка. – М.: Мир, 1981.
7. Maxwell J.C. Theory of heat (reprinted New York, 1872). – P. 308.
8. Больцман Л. Статьи и речи. – М.: Наука, 1970.
9. Лейбниц Г. Опровержение атомов, почерпнутое из [идеи] соприкосновения атомов // Г. Лейбниц. Сочинения: в 4 т. – Т. 1. – М.: Мысль, 1982. – С. 219–223.
10. Bryan G.H. Prof. Boltzmann and the kinetic theory of gases // Nature. – 1894. – Vol. 51. – P. 176.
11. Новые идеи в философии: сборник статей. – СПб., 1912.
12. Родный Н.И., Соловьёв Ю.И. Вильгельм Оствальд. – М.: Наука, 1969.
13. Mach E. Ludwig Boltzmann. Die Zeit (Vienna). No. 1420. – Abendblatt. 7 Sept. – P. 1.
14. Алексеев И.С. Принцип наблюдаемости // Методологические принципы физики. – М.: Наука, 1975. – С. 455.
15. Blackmore J.T. Ernst Mach: his work, life and influence. Berkley. – University of California Press, 1972.
16. Полак Л.С. Людвиг Больцман. – М.: Наука, 1987.
17. Cercignani C. Ludwig Boltzmann. The Man Who Trusted Atoms. (Foreword by Sir Roger Penrose). – Oxford: Oxford University Press, 1998.
18. Брода Э. Влияние Эрнста Маха и Людвиг Больцмана на Альберта Эйнштейна // Проблемы физики: классика и современность / ред. Г.-Ю. Тредера. – М.: Мир, 1982. – С. 278–292.

19. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс М.* Фейнмановские лекции по физике. – Вып. 1. – М.: Мир, 1965.
20. *Мач Э.* Принцип сохранения работы: история и корень его. – СПб.: Изд-во т-ва «Общественная польза», 1909. – 68 с.
21. *Белинский А.В., Владимиров Ю.С.* Реляционно-статистическая природа закономерностей квантовой теории // *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*, 2016. – 1 (14). – С. 32–42.
22. *Владимиров Ю.С.* Проблема вывода классического пространства-времени из закономерностей физики микромира // *Метафизика*. – 2015. – № 2 (16). – С. 21–27.
23. *Аристов В.В.* Конструкция реляционного статистического пространства-времени и физическое взаимодействие // *На пути понимания феномена времени в естественных науках* / ред. А.П. Левич. – М.: Прогресс-Традиция, 2009. – Ч. 3. – С. 176–206.
24. *Aristov V.V.* The gravitational interaction and Riemannian geometry based on the relational statistical space-time concept // *Gravitation and Cosmology*. – 2011. – Vol. 17. – No. 2. – P. 166–169.
25. *Аристов В.В.* Философские вопросы, связанные с реляционно-статистической концепцией пространства-времени // *Метафизика*. – 2012. – № 3 (5). – С. 48–63.
26. *Аристов В.В.* Реляционно-статистическая концепция пространства-времени и новые возможности описания // *Метафизика*. – 2015. – № 1 (15). – С. 25–36.

ERNST MACH AND LUDWIG BOLTZMANN. DRAMA OF THOUGHTS, DRAMA OF PEOPLE

V.V. Aristov

Notions of two outstanding scientists and philosophers of science, namely Ernst Mach and Ludwig Boltzmann are compared. They were contemporaries and moreover they were colleagues in the Vienna university. The distinction in their physical views nevertheless helped to develop new physical ideas of XX century: great physical theories of relativity and quantum. It is also considered a human aspect of their counteractions, keeping in mind a social background of this epoch. Possible connections of notions of these two thinkers for overcoming a crisis of the modern physical theoretical description of reality are discussed. From our point of view a relative statistical spacetime concept can provide the perspective approach.

Key words: relational notions by Mach, positivism, statistical-atomistic approach by Boltzmann, realism, relativity theory, quantum theory.