

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Метафизика физики. Век XX-й

Обращение к взглядам и научному наследию Эрнста Маха (1838–1916), великого естествоиспытателя, физика и философа рубежа XIX и XX веков, чрезвычайно важно и знаменательно на грани XX и XXI веков, поскольку и в эпоху Маха, и в настоящее время вхождение в новое столетие сопровождалось пересмотром ключевых понятий и принципов фундаментальной теоретической физики. В своих трудах Эрнст Мах критически проанализировал основные положения классической физики Галилея—Ньютона, лежащие в основе господствовавших тогда метафизических представлений. Прделанный им анализ не потерял своей актуальности и в наши дни, когда происходит пересмотр парадигм, составлявших фундамент физической картины мира XX века. Заметим, что многие понятия классической физики XIX века остаются до сих пор незыблемыми, а некоторые высказанные Э. Махом идеи еще не нашли своего воплощения в науке.

Напомним, в классической физике XIX века, основанной на трудах Галилея и Ньютона, ключевыми категориями были абсолютное классическое пространство (и время), погруженная в пространство материя и силы, описываемые в терминах полей переносчиков взаимодействий. Названные категории имеют метафизический характер, поскольку отражают редукционистский подход к физическому мирозданию, когда этим категориям придается первичный, онтологический смысл, а физическая реальность мыслится как составленная из этих сущностей. Такую метафизическую парадигму следует назвать триалистической — по числу ключевых категорий. Альтернативой редукционистскому подходу является холистский подход, в котором, напротив, единое целое (мир) имеет первичный (онтологический) статус, а выделяемые из него части имеют вспомогательный, вторичный характер. Холистский подход составляет суть монистической метафизической парадигмы.

Первая треть XX века была отмечена в науке пересмотром статуса названных категорий, отрицанием их абсолютного неизменного характера и независимости друг от друга. В итоге на смену ньютоновой классической механике пришли общая теория относительности и квантовая теория, положенные в основу физической картины мира XX века. Суть эйнштейновской общей теории относительности состоит в отказе от категории гравитационного поля как самостоятельной сущности и в описании гравитационного взаимодействия посредством перехода к новой обоб-

щенной категории искривленного пространства-времени. В общей теории относительности нет пространства-времени и гравитационного поля как отдельных сущностей, а есть искривленное (риманово) пространство-время. Этот переход имеет метафизический характер — две метафизические категории заменены на одну обобщенную. Заметим, что третья — ньютоновская категория материи (частиц) — осталась незатронутой: она включается в виде тензора энергии-импульса в правую часть уравнений Эйнштейна. Таким образом, общая теория относительности положила начало переходу от триалистической метафизической парадигмы к дуалистической — (к *геометрическому миропониманию*). Этот процесс был продолжен в XX веке созданием многомерных геометрических моделей физических взаимодействий типа теории Калуцы — Клейна, где геометризуются также электромагнитное и другие поля переносчиков взаимодействий.

Другая дуалистическая парадигма проявилась при открытии квантовой механики, где вместо категории полей и частиц была введена обобщенная категория поля амплитуды вероятности пребывания материи в различных состояниях, в частности, в различных местах классического пространства-времени. Последнее представляет собой вторую категорию новой дуалистической парадигмы квантовой теории (*физического миропонимания*). Таким образом, фактически была использована другая комбинация перехода от трех классических категорий к двум новым, обобщенным.

Отметим, что в физике XX века была представлена и третья возможность, в которой предлагалось вообще избавиться от категории полей переносчиков взаимодействий и опираться на расширенное толкование пространства-времени и категории частиц. Здесь имеется в виду теория прямого межчастичного взаимодействия Фоккера — Фейнмана, которая по духу оказалась наиболее близкой к взглядам, отстаиваемым Э. Махом.

Но для перехода к новым концепциям необходимо было произвести критический анализ общепринятой в тот момент триалистической парадигмы, показать условный, преходящий характер используемых понятий и категорий. Решению этой задачи было посвящено исследование «Механика (Историко-критический очерк ее развития)». В этой книге Мах писал: «Именно простейшие с виду принципы механики очень сложны; они основаны на незавершенных и даже недоступных полному завершению данных опыта; практически они, правда, достаточно проверены для того, чтобы, принимая во внимание достаточную устойчивость окружающей нас среды, служить основой для математической дедукции, но сами они вовсе не могут рассматриваться как математические истины, а они должны рассматриваться, напротив того, как принципы, не только способные поддаваться непрерывному контролю опыта, но даже нуждаться в нем» [1, с. 201].

Критически высказываясь относительно общепринятой абсолютизации используемых в ньютоновой механике категорий, Мах, в частности, заметил: «Об абсолютном пространстве и абсолютном времени никто ничего сказать не может; это чисто абстрактные вещи, которые на опыте обнаружены быть не могут» [1, с. 184]. Вместе с тем он рассматривал введение данной категории в физику как великую заслугу Ньютона. Актуальными и в настоящее время являются слова Э. Маха: «Средствам мышления физики, понятиям массы, силы, атома, вся задача которых заключается только в том, чтобы побудить в нашем представлении экономно упорядоченный опыт, большинством естествоиспытателей приписывается реальность, выходящая за пределы мышления. Более того, полагают, что эти силы и массы представляют то настоящее, что подлежит исследованию, и если бы они стали известны, все остальное получилось бы само собою из равновесия и движения этих масс. (...) Мы не должны считать *основами* действительного мира те интеллектуальные вспомогательные средства, которыми мы пользуемся для *постановки* мира на сцене нашего мышления» [1, с. 432].

На важность этих предостережений Э. Маха обращал внимание А. Эйнштейн в статье, написанной по случаю его кончины: «Понятия, которые оказываются полезными при упорядочении вещей, легко завоевывают у нас такой авторитет, что мы забываем об их земном происхождении и воспринимаем их как нечто неизменно данное. В этом случае их называют «логически необходимыми», «априорно данными» и т. п. Подобные заблуждения часто надолго преграждают путь научному прогрессу» [2, с. 28].

Научная деятельность Маха разворачивалась на рубеже двух эпох, — он «опоздал» внести вклад в развитие уже сложившейся парадигмы и оказался раньше того времени, когда созрели условия для формирования теории в рамках новой парадигмы. Но его работа способствовала решительным изменениям в естествознании, и без преувеличения можно сказать, что Эрнст Мах оказался у колыбели всех названных выше дуалистических парадигм XX века.

Эрнст Мах и общая теория относительности

Создавая общую теорию относительности, А. Эйнштейн полагал, что следует идеям Э. Маха, о чем он неоднократно писал в своих работах. Анализ трудов Маха показывает, что он еще в 1903 году, в самом преддверии создания общей теории относительности, в своей статье «Пространство и геометрия с точки зрения естествознания» [3], кстати, включенной позже в книгу «Познание и заблуждение», дал глубокий анализ математических и физических аспектов развития представлений о геометрии пространства, подробно и обстоятельно охарактеризовал достижения Н. И. Лобачевского, Я. Бояи, Б. Римана, К. Гаусса и других. «Все развитие, при-

ведшее к перевороту в понимании геометрии, — пророчески писал Э. Мах, — следует признать за здоровое и сильное движение. Подготавливаемое столетиями, значительно усилившееся в наши дни, оно никоим образом не может считаться уже законченным. Напротив, следует ожидать, что движение это принесет еще богатейшие плоды — и именно в смысле теории познания — не только для математики и геометрии, но и для других наук. Будучи обязано, правда, мощным толчкам некоторых отдельных выдающихся людей, оно, однако, возникло не из индивидуальных, но общих потребностей! Это видно уже из одного разнообразия профессий людей, которые приняли участие в движении. Не только математики, но и философы, и дидактики внесли свою долю в эти исследования. И пути, проложенные различными исследователями, близко соприкасаются» [4, с. 419].

Сам Эйнштейн отмечал, что «Мах ясно понимал слабые стороны классической механики и был недалек от того, чтобы прийти к общей теории относительности. И это за полвека до ее создания! Весьма вероятно, что Мах сумел бы создать общую теорию относительности, если бы в то время, когда еще был молод духом, физиков волновал вопрос о том, как следует понимать скорость света» [2, с. 29].

Иногда встречаются утверждения о том, что Э. Мах якобы критически высказывался по поводу теории относительности. Как правило, они основывались на материалах, изданных уже после его смерти. Оказалось, согласно исследованиям Г. Вольтерса, опубликованным в книге «Мах I, Мах II, Эйнштейн и релятивистская теория» [5], эти высказывания Э. Маха были фальсифицированы его сыном Людвигом Махом, дожившим до 60-х годов XX века. Мах II считал себя наследником отца не только материально и юридически, но и идейно, но он был любителем в физике, который не понял теории относительности и боролся с ней. Вольтерс в своей книге убедительно показал, что на самом деле Э. Мах положительно, и даже доброжелательно, относился к идеям теории относительности. В частности, он читал основополагающую работу А. Эйнштейна и М. Гроссмана 1913 года по общей теории относительности.

Создание общей теории относительности означало лишь первый, но принципиально важный шаг на пути к новой дуалистической парадигме. В ней была объединена категория пространства-времени лишь с гравитационным полем, тогда как электромагнитное и другие поля оставались негеометризованными. Эйнштейн это отлично сознавал и посвятил последние 30 лет жизни попыткам создания единой геометризованной теории. Оказалось, что эта задача решается в рамках многомерных геометрических моделей типа теории Т. Калуцы, или, как сейчас принято называть, теорий Калуцы — Клейна.

У истоков и этого направления стоял Э. Мах. В данной книге «Познание и заблуждение» Мах писал: «Находясь еще под влиянием атомисти-

ческой теории, я попытался однажды объяснить спектральные линии газов колебаниями друг относительно друга атомов, входящих в состав молекулы газа. Затруднения, на которые я натолкнулся при этом, навели меня в 1863 году на мысль, что *нечувственные* вещи не должны быть обязательно представляемы в нашем *чувственном* пространстве трех измерений. Таким путем я пришел к мысли об аналогах пространства различного числа измерений» [4, с. 417].

Конечно, за прошедшее с тех пор время физика шагнула далеко вглубь микромира. Многое нам представляется в ином свете, однако по-прежнему справедливо замечание Маха о том, что чем дальше мы отходим от масштаба окружающего нас макромира, тем меньше у нас оснований для использования классических пространственно-временных представлений, и в частности, постулата о трехмерности пространства. Это еще более актуально при построении физики элементарных частиц.

Следует отметить, что Мах обдумывал вопрос о способах построения многомерных теорий: «Но не представляет никакого затруднения рассматривать аналитическую механику, как то и было сделано, как аналитическую геометрию четырех измерений (четвертое измерение — время). Вообще отнесенные к координатам уравнения аналитической геометрии легко внушают математику мысль распространить такого рода рассуждения на какое угодно *большее* число измерений. И физика могла бы рассматривать протяженную материальную непрерывность, каждой точке которой приписать определенную температуру, силу притяжения, магнитный и электрический потенциал и т. д., как часть, как вырезку многообразия многих измерений. Мы знаем из истории науки, что оперирование такими символическими образами *никоим образом нельзя* считать делом совершенно *бесплодным*» [4, с. 395].

Оглядываясь назад, мы можем оценить, насколько дальновидными были эти соображения Э. Маха и каким трудным, наполненным массой субъективных и объективных обстоятельств оказался путь в этом направлении. Труды Маха, несомненно, прямо или косвенно оказали влияние на работы по 5-мерной теории сначала Г. Нордстрема, а затем Т. Калуцы. Сам Эйнштейн далеко не сразу оценил важность идеи многомерия и шага, сделанного в этом направлении в классической работе Т. Калуцы. В течение более десяти лет он колебался, какой предпочесть путь: многомерия Калуцы в рамках римановой геометрии или 4-мерия, но в неримановой (обобщенной) геометрии Г. Вейля.

В XX веке в исследованиях многомерия были взлеты и падения (см. [6]), и лишь в 80-х годах после создания калибровочных моделей электро-слабых и сильных взаимодействий и открытия принципов суперсимметрии стало ясно, что результаты этих исследований можно переформулировать на языке многомерных геометрических моделей, однако уже в многообразиях не пяти, а еще большего числа измерений.

Э. Мах и квантовая теория

Работы Маха оказали большое, хотя и косвенное, влияние и на становление квантовой механики, чему способствовала прежде всего отстаиваемая ученым методология научного поиска: «Разрешение естественно-научной проблемы может быть *подготовлено устранением предрассудков*, стоящих на его пути и уклоняющих исследователя в сторону» [4, с. 269]. Квантовая механика продемонстрировала, что для описания микрочастицы более не пригодны строгие геометрические представления ее в виде точки в евклидовом пространстве, в связи с этим уместно вспомнить его слова: «Но область явлений природы в общем еще несравненно богаче и обширнее, чем область геометрии; она, так сказать, неистощима и почти не исследована. Можно поэтому ожидать, что, пользуясь аналитическим методом, мы найдем еще принципы *фундаментально новые*» [4, с. 273].

В микромире, согласно квантовой механике, на смену абсолютному детерминизму классической физики приходят вероятностные закономерности. Рассматривая эту проблему в разделе «Предпосылки исследования», Мах писал: «Правильность позиций *детерминизма* или *индетерминизма* доказать нельзя. Только наука совершенная или доказанная невозможность всякой науки могли бы здесь решить вопрос. (...) Но во время исследования всякий мыслитель по необходимости теоретически детерминист. Это имеет место и тогда, когда он рассуждает лишь о вероятном. Принцип Якова Бернулли, «закон больших чисел», может быть выведен только на основе детерминистических предпосылок. Когда такой убежденный детерминист, как Лаплас, который мечтал о мировой формуле, мог как-то выразиться, что из комбинации случайностей может получиться самая поразительная закономерность, то этого не следует понимать в том смысле, будто, например, массовые явления статистики совместимы с волей, не подчиненной *никакому* закону. Правила теории вероятностей имеют силу только в том случае, если случайности — суть *скрытые* усложнениями *закономерности*» [4, с. 287]. Предостерегая от интерпретации квантовой механики на основе «скрытых параметров», предлагается понимать данное высказывание в свете вероятностной природы микромира, где по-прежнему имеют место закономерности, но иного рода, описываемые уравнениями квантовой механики. «Каждое новое открытие, — читаем мы далее, — вскрывает проблемы в нашем понимании, обнаруживает незамеченный до тех пор остаток зависимостей. Таким образом и тот, который в теории является крайним детерминистом, на практике все же бывает вынужден оставаться индетерминистом и именно в том случае, если он не хочет отделиться умозрениями от важнейших открытий».

Как известно, при создании и осмыслении квантовой теории оказалось необходимым заново проанализировать устоявшиеся представления

классической механики, в частности, возможность одновременного изменения координат, компонента импульса и момента количества движения частиц. Трудности становления квантовой механики в 20–30-е годы и ее усвоения студентами сегодня как раз состоят в том, что при использовании координат и импульсов частиц «мы забываем об их земном происхождении и воспринимаем их как нечто неизменно данное» [2]. Неслучайно многие философы, догматически трактовавшие положения материалистической философии, усмотрели в физиках — создателях квантовой механики — последователей Маха, и именно за это Н. Бора, Э. Шредингера, В. А. Фока и других обвиняли в махизме.

Э. Мах и концепция дальнего действия

Идеи Маха наиболее тесно связаны с третьей из названных выше дуалистических парадигм — реляционной, представленной в физике в виде теории прямого межчастичного взаимодействия.

Построив, следуя идеям Маха, общую теорию относительности, Эйнштейн понял, что она не соответствует философии знаменитого физика, и изменил свое восторженное отношение к ней. Вот как писал об этом сам Эйнштейн: «По мнению Маха в действительно рациональной теории инертность должна, подобно другим ньютоновским силам, происходить от взаимодействия масс. Это мнение я в принципе считал правильным. Оно неявным образом предполагает, однако, что теория, на которой все основано, должна принадлежать тому же общему типу, как и ньютонова механика: основными понятиями в ней должны служить массы и взаимодействия между ними. Между тем не трудно видеть, что такая попытка не вяжется с духом теории поля» [7, с. 268]. С позиций метафизики это означает осознание различия парадигм общей теории относительности и идеологии Маха.

Обратимся к истокам его мировоззрения. Эрнст Мах родился в 1838 году в окрестности города Брно (ныне Чехия), учился сначала в немецкоязычной гимназии, затем в Венском университете (1855–1860). Потом он преподавал также в немецкоязычных университетах Вены (1861–1864), Граца (1864–1867) и в немецком отделении Карлова университета в Праге (1867–1895), т. е. он получил образование и сложился как ученый в рамках немецкой научной школы. Следует напомнить, что в середине XIX века эта школа была ведущей в мировых исследованиях, причем доминирующей в ней была концепция дальнего действия, которой придерживались такие ведущие ее представители, как В. Вебер, Л. Лоренц, Франц и Карл Нейманы, Г. Т. Фехнер, К. Ф. Целльнер и некоторые другие [8]. К ним примыкали и известные математики Б. Риман и К. Гаусс, среди неопубликованных трудов которого, кроме работ по неевклидовой геометрии, были и любопытные соображения по концепции дальнего действия.

В середине XIX века в ведущей немецкой физической школе начало формироваться так называемое *реляционное миропонимание* — метафизическая парадигма, которая опиралась на категории пространства (-времени) и материальных тел (частиц), тогда как третья категория — полей переносчиков взаимодействий — не входила в число первичных понятий и трактовалась лишь как вспомогательная. Представителями этой школы было высказано много соображений, значительно опередивших свое время и предвосхитивших многое из того, что потом было получено в рамках теории поля. Так, в работах того времени дальное действие понималось передающимся не мгновенно, а с некой конечной скоростью, отвергалась возможность «излучения» электрического воздействия (сигнала) без предположения о существовании приемника, делался вывод о зависимости взаимодействия двух тел от наличия окружающей материи. Для описания последнего в работах В. Вебера использовалось понятие «каталитической силы», введенной Берцелиусом. В среде представителей этой школы обсуждались возможность дополнительных размерностей пространства, вопросы о сути понятия пространства, идеи неевклидовых геометрий и другие фундаментальные проблемы естествознания.

Однако во второй половине XIX века после открытия уравнений Максвелла на первое место выдвинулась английская физическая школа, опирающаяся на теорию поля, т. е. на триалистическую метафизическую парадигму, где самостоятельный характер имеет категория полей переносчиков взаимодействий, описываемых дифференциальными уравнениями. Так в физике произошла смена доминирующих метафизических парадигм. Реляционная парадигма, которой придерживались немецкие физики, оказалась преждевременной. Для ее утверждения тогда не хватило данных о существовании универсальной скорости передачи взаимодействий (света), доказательства наличия элементарных носителей электрического заряда (электронов), атомарной структуры вещества, уточнения ряда формул электродинамики и некоторых других, полученных физиками-экспериментаторами позднее. Кроме того, дифференциальные уравнения давали ряд вычислительных преимуществ перед громоздкими рассуждениями в рамках концепции дального действия.

В итоге многие идеи и результаты немецкой физической школы оказались забытыми или вновь открытыми в рамках теории поля. Однако Эрнст Мах, воспитанный в период расцвета концепции дального действия, пронес ее идеологию через всю свою жизнь, и впоследствии именно через его труды научный мир смог познакомиться с реляционной метафизической парадигмой.

В XX веке концепция дального действия возродилась в трудах по теории прямого межчастичного взаимодействия А. Д. Фоккера, К. Шварцшильда, Г. Тетроде, Я. И. Френкеля, Р. Фейнмана, Ф. Хойла и ряда других авторов, которые составляли лишь побочную ветвь в теоретической фи-

зике XX века. Однако идеи дальнего действия не раз помогали получить блестящие результаты, среди которых — создание Эйнштейном общей теории относительности.

Другой пример связан с именем Р. Фейнмана, лауреата Нобелевской премии за труды по квантовой электродинамике. Об этом он сам сказал в своей Нобелевской лекции: «Мне казалось совершенно очевидным, что представление об электро-не, взаимодействующем с самим собой, о том, что электрические силы действуют на ту же самую частицу, которая их вызывает, излишне, что оно даже глупое. Поэтому для себя я решил, что электрон не может взаимодействовать с самим собой, а может взаимодействовать только с другими электронами. Но это означает, что никакого поля нет. (...) Вот так все и началось. Моя идея казалась мне настолько логичной и настолько изящной, что я влюбился в нее без памяти...» [9, с. 196–197].

И вновь, как и при создании общей теории относительности, когда результат был получен, оказалось, что к нему можно прийти и без концепции дальнего действия. На этом основании, завершая свое выступление, Фейнман сказал: «А что же стало со старой теорией, в которую я влюбился еще юношей? Она теперь стала почтенной старой дамой, почти потерявшей былую привлекательность. Сердце юноши уж не забьется учащенно при виде ее. Но о ней можно сказать самое лучшее, что можно сказать о пожилой женщине: что она очень хорошая мать и у нее очень хорошие дети. И я благодарен Шведской Академии наук за высокую оценку одного из них» [9, с. 231].

Но на этом история с концепцией дальнего действия в XX веке не закончилась. В 70-х годах в рамках концепции дальнего действия сначала была построена приближенная (по константе гравитационного взаимодействия G) теория прямого межчастичного гравитационного взаимодействия, а затем уже в 80-х годах в наших работах с А. Ю. Турыгиным [10] было показано, что в рамках реляционной метафизической концепции можно построить полную теорию гравитационных взаимодействий, совпадающую с выводами эйнштейновской общей теории относительности в любом приближении по G . Для этого необходимо не ограничиваться парными взаимодействиями между частицами, а учесть тройные, четверные и т. д. взаимодействия. Отсюда следует, что Эйнштейн напрасно поторопился отречься от идей Маха и концепции дальнего действия: построенная им общая теория относительности вполне может быть переформулирована и в духе идей Маха, вдохновивших на ее создание.

Идеи Маха в новой смене парадигм

Идеи Маха, как уже отмечалось, оказались важными при переходе от триалистической метафизической парадигмы в физике к двум дуалистическим, в рамках которых развивалась теоретическая физика XX века.

Однако в настоящее время перед наукой остро стоят такие фундаментальные проблемы, как построение единой теории физических взаимодействий, объединение принципов общей теории относительности и квантовой теории и некоторые другие. Многолетние попытки их решения в рамках одной из названных дуалистических парадигм не увенчались успехом, что свидетельствует о метафизическом характере возникших проблем. Для их решения необходимо перейти к новой метафизической парадигме, поднимающейся над имеющимися — к монистической парадигме, которая опирается на единое нераздельное начало. Как представляется автору, основы такой парадигмы уже найдены, и для ее развития опять оказываются существенными идеи, выдвинутые Эрнстом Махом в ходе смены парадигм на рубеже XIX–XX веков.

Здесь имеется в виду сформулированная Ю. И. Кулаковым теория физических структур [11], в которой, в частности, вместо самостоятельной категории пространства-времени предлагается использовать понятие отношения между элементами, под которыми можно подразумевать тела, события или даже элементарные частицы. Пространство и время тогда можно рассматривать как специальный вид отношений, характеризующихся вещественными числами. Обобщение теории структур с вещественными отношениями на случай комплексных отношений и переход от одного множества элементов к двум (переход к бинарной системе комплексных отношений), оказывается, позволяют выйти на описание прообраза известных видов физических взаимодействий, а также приступить к решению задачи вывода классических пространственно-временных отношений, исходя из бинарных систем.

Идеи, заложенные в этом подходе, как показал анализ научного наследия Э. Маха, уже содержались в его трудах. Так, в данной книге можно найти его трактовку понятий пространства и времени: «... Во временной зависимости выражаются простейшие непосредственные физические отношения. (...) В пространственных отношениях находит свое выражение посредственная физическая зависимость» [4, с. 437]. В этом и ряде других высказываний ученого содержится ключевое для всей реляционной парадигмы понятие *отношения*. В геометрии отношение не что иное, как расстояние (метрика), в теории относительности это интервал, в физике — лагранжиан взаимодействия между двумя объектами. В современном изложении геометрии обычно исходят из координат, а затем из них строятся расстояния, однако возможен противоположный ход рассуждений, когда исходным понятием является отношение, т. е. расстояние, из которого можно вывести и координаты. Примечательно упоминание Э. Маха о таком подходе к геометрии: «Интересную попытку обосновать евклидову и неевклидову геометрию на одном понятии расстояния мы находим у Ж. Де Тилли (1880)» [4, с. 380]. Значительно позднее на этой же основе была написана книга К. М. Блюменталя «Теория и применение

геометрии расстояний» и разработана Ю. И. Кулаковым теория унарных физических структур с вещественными отношениями.

Бинарные физические структуры положены в основу бинарной геометрофизики (см. [12]). Эта теория позволила подойти к решению ряда фундаментальных проблем современной физики и к обоснованию известных свойств классического пространства-времени. В частности, на основе бинарной геометрофизики стало возможным ответить на сакраментальный вопрос, поставленный еще Э. Махом: «Почему пространство трехмерно?». Комплексные бинарные структуры строятся по образу и подобию унарных структур, из которых получаются известные виды геометрий, поэтому бинарные структуры можно рассматривать как новый тип геометрий — бинарных. В них вместо обычной геометрической размерности выступает ранг структуры (системы отношений), задаваемый двумя целыми числами. Оказалось, что наименьший невырожденный ранг бинарных структур — это (3,3), приводящий к 4-мерной геометрии с сигнатурой (+---), что объясняет не только пространственную размерность три, но и одномерность физического времени. В рамках бинарной геометрофизики удастся также объяснить природу физических взаимодействий и показать происхождение таких понятий, как потенциалы электромагнитных и иных взаимодействий.

При переходе от бинарной геометрофизики к классической физике особое место занимает принцип Маха, так и не нашедший своего воплощения в рамках двух наиболее распространенных дуалистических парадигм. Напомним, в современной литературе можно встретить несколько формулировок этого принципа. Согласно взглядам Маха, кстати, согласующимся с холистическим подходом Лейбница, физический мир представляет собой неразрывное целое, а свойства его отдельных частей, обычно понимаемые как локальные (присущие отдельно взятым системам), на самом деле обусловлены распределением всей материи мира, т. е. глобальными свойствами Вселенной. Он писал: «Природа не начинается с элементов, как вынуждены начинать с них мы. Впрочем, для нас счастье, если нам удастся на некоторое время отвести взор от огромного целого и сосредоточиться на его отдельных частях. Но мы не должны забывать тотчас заново исследовать то, что временно не учитывали, и внести дополнения и поправки» [1].

Эта позиция распространялась ученым буквально на все обсуждаемые в его время физические понятия и явления, что, по-видимому, и породило множество интерпретаций принципа Маха. Одним из наиболее часто встречающихся определений является утверждение об обусловленности инертных масс тел распределением всей материи во Вселенной. Как пишет Дж. Нарликар, «Для Маха масса и инерция были не присущими телу свойствами, а следствием существования тела во Вселенной, содержащей и другую материю» [13, с. 500]. Эти идеи, сформулированные еще в трудах

представителей немецкой физической школы середины XIX века, были возведены в ранг принципа (принцип Маха) А. Эйнштейном в 1918 году в статье «Принципиальное содержание общей теории относительности» [14, с. 613].

Очевидно, что этот принцип соответствует монистической парадигме, однако он проявляется и в концепции прямого межчастичного взаимодействия.

Эрнст Мах, метафизика и философия

Рассматривая проблемы, выходящие за пределы традиционных разделов естествознания, и поднимая вопросы, лежащие «за» или «над» физикой, т. е. относящиеся к сфере метафизики, Э. Мах неодобрительно отзывался о ней, солидаризируясь с позицией П. Дюгема. «Очень обрадовало меня сочинение Дюгема, — пишет он в Предисловии ко второму изданию «Познания и заблуждения». — В такой сильной мере встретить согласие у физиков я еще не надеялся. Дюгем отвергает всякое метафизическое объяснение физических вопросов; он видит цель физики в логически экономном определении действительного; он считает историко-генетическое изложение теории единственно правильным и дидактически целесообразным. Все это — взгляды, которые я по отношению к физике защищаю добрых три десятилетия.»

Обратимся к книге Дюгема «Физическая теория. Ее цель и строение», переведенной и изданной в России с предисловием Э. Маха в 1910 году [15]. Здесь, в частности, обсуждается мнение, что «теоретическая физика не есть наука автономная, а она подчинена метафизике» [15, с. 13], поскольку пользуется методами, не основанными на непосредственных наблюдениях. И тут же он делает вывод: «Если изложенное мнение верно, то ценность физической теории зависит от метафизической системы, которую человек признает.» Далее Дюгем расширяет свою позицию: «Но ставить физические теории в зависимость от метафизики вряд ли представляется пригодным средством для того, чтобы обеспечить за ними всеобщее признание. (...) Обозревая области, в которых проявляется и работает дух человеческий, вы ни в одной из них не найдете той ожесточенной борьбы между системами различных эпох или системами одной и той же эпохи, но различных школ, того стремления возможно глубже и резче ограничиться друг от друга, противопоставить себя другим, какая существует в области метафизики. Если бы физика должна была быть подчинена метафизике, то и споры, существующие между различными метафизическими системами, должны были бы быть перенесены и в область физики. Физическая теория, удостоившаяся одобрения всех последователей одной метафизической школы, была бы отвергнута последователями другой школы.»

Вся многовековая история натурфилософии, казалось бы, подтверждает эти слова Дюгема. Так было в античности при противопоставлении учений Платона, Демокрита, Аристотеля, то же наблюдалось с теориями на заре Нового Времени, которые возводились на основе метафизических систем Декарта, Ньютона, Лейбница или Гюйгенса. Вспомним слова, приписываемые И. Ньютону: «Физика, бойся метафизики!». Но тем не менее Ньютона, Лейбница, Гюйгенса и других считают не только физиками, но и виднейшими метафизиками. XX век также не составил исключение, и к метафизикам следует причислить Э. Маха, А. Эйнштейна, Н. Бора, В. Гейзенберга и других классиков теоретической физики, несмотря на возражения некоторых из них.

Анализ метафизических представлений прошлого показывает [6], что *правильнее говорить не о множестве различных метафизик, а о единой метафизике, представляющей собой иерархию из 8 метафизических парадигм, которые не противоречат, а дополняют друг друга, отражая собой видения одной и той же реальности под различными углами зрения.* Подчеркнем, что речь должна идти не об аморфном наборе метафизических систем, а о замкнутой системе, охватывающей весь спектр возможных пониманий мира от холистского (монистическая парадигма) до редукционистского (триалистическая парадигма). Физическое, геометрическое и реляционное миропонимания занимают в этой иерархии промежуточное положение в виде трех пар дуалистических парадигм. Таким образом, развитие теоретической физики в XX веке может быть интерпретировано как промежуточный этап в целенаправленном движении от ньютоновой триалистической парадигмы к холистской монистической. Понимание метафизики как системы парадигм снимает многие противоречия в теоретической физике, позволяя осознать общее и различное в позициях научных школ, и становится источником новых идей и гипотез.

Философское осмысление основ естествознания способствовало признанию Маха как философа, позиция которого трактовалась в русле основанного О. Контом позитивизма, недооценивавшего или вообще отрицавшего онтологический статус используемых в науке понятий и категорий. Более того, с именем Маха связывается вторая волна позитивизма, что обусловило широкое распространение термина «махизм».

Увлекаясь критикой используемых в естествознании понятий и сосредотачивая свое внимание на их преходящем, условном характере, Мах оставил в тени вопросы онтологии, определив цель науки как «экономное упорядочение опыта», наших «ощущений», но он никогда не отрицал объективного существования окружающего мира. Так, в статье «Время и пространство» он пишет: «Время и пространство существуют в определенных отношениях физических объектов и эти отношения не только вносятся нами, а существуют в связи и во взаимной зависимости явлений» [20]. Таким образом, можно утверждать, что Мах, отрицая априорность

ряда общепринятых в естествознании понятий и категорий, фактически признавал онтологический характер явлений (объектов) и отношений между ними, т. е. категорий необычной тогда парадигмы реляционного миропонимания.

Сам Мах возражал против причисления себя к философам, написав в предисловии к «Познанию и заблуждению»: «Я (...) открыто заявлял, что я *вовсе не философ, а только естествоиспытатель*. Если меня тем не менее порой и несколько шумно причисляли к первым, то я за это не ответствен. Но я не желаю также, разумеется, быть таким естествоиспытателем, который слепо доверяется руководительству одного какого-нибудь философа. (...) Прежде всего я поставил себе целью не ввести *новую философию* в естествознание, а удалить из *нее старую, отжившую свою службу*. (...) Среди многих философских систем, появившихся на свет с течением времени, можно насчитать немало таких, которые самими философами признаны ложными. (...) Такие философские системы, не только бесполезные в естествознании, но и создающие вредные, бесплодные мнимые проблемы, ничего лучшего не заслужили, как устранения. Если я этим сделал кое-что хорошее, то это собственно *заслуга философам*» [4, с. 4].

Данная позиция Э. Маха характерна для многих поколений естествоиспытателей и физиков. Занимаясь фундаментальными проблемами в своей области, они, как правило, сталкиваются с качественно новыми закономерностями мироздания, которые еще никем не анализировались и которые не вписываются в традиционно сложившиеся философские системы. В итоге им не остается ничего другого, как заниматься их философским осмыслением собственными силами, и философия неизбежно видоизменяется с каждым фундаментальным открытием в области естествознания. Спустя много лет естествоиспытателей-первопроходцев начинают причислять к видным или даже великим философам. Так было с Р. Декартом, Г. Галилеем, И. Ньютоном, Г. Лейбницем и другими знаменитыми естествоиспытателями. Несомненно, это можно отнести и к самому Эрнсту Маху, несмотря на его протесты, и к классикам теоретической физики XX века: Н. Бору, А. Эйнштейну, Э. Шредингеру, В. Гейзенбергу и другим, в работах которых были вскрыты и осмыслены новые закономерности естествознания.

Эрнст Мах и диалектический материализм

Существенные изменения в науке, искусстве, политике и даже в религиозных представлениях происходят, как свидетельствует опыт мировой истории, почти синхронно. Так, например, в Западной Европе скачки в науке совпали по времени с религиозным расколом и развитием протестантизма, а открытие теории относительности и создание квантовой механики — с рождением новых стилей и течений в изобразительном искусстве, литературе, музыке и архитектуре. Видимо, можно говорить о не-

которой глобальной смене метафизических парадигм в различных формах общественного сознания и неслучайно революционные открытия в физике произошли одновременно с революцией в России и других странах Европы.

Отметим, что в России до революции 1917 года были переведены и опубликованы основные книги Э. Маха: «Механика» [16], «Познание и заблуждение» [4], «Анализ ощущений и отношение физического к психическому» (со вступительной статьей А. Богданова) [17], «Популярно-научные очерки» [18], «Принцип сохранения работы. История и корень его» [19] и ряд его статей, одна из которых [20] включена в это издание. Однако после революции труды Маха были объявлены противоречащими марксистско-ленинскому учению, составлявшему идеологическую основу советской России, и на долгие годы фактически оказались под запретом. Например, в «Энциклопедическом словаре», изданном в 1954 году, о Махе сказано: «Мах, Эрнст (1838–1916), австрийский буржуазный философ-идеалист, физик. Мах пытался возродить реакционные идеи Дж. Беркли и Д. Юма и с позиций идеализма фальсифицировал новые данные естествознания.»

Анализ философского наследия Маха с метафизических позиций и при опоре на аналогию метафизических парадигм в фундаментальной теоретической физике и в философско-религиозных учениях (см. [6]) приводит к весьма неожиданному выводу: *метафизические* парадигмы материалистической философии, освобожденной от некоторых догматов диалектического материализма, и реляционной концепции в естествознании, которой придерживался Э. Мах, *соответствуют друг другу.*

В основе как физических, так и философско-религиозных парадигм лежат три ключевые категории или начала. В физике это перечисленные выше категории пространства-времени, частиц (материи) и полей переносчиков взаимодействий. В философско-религиозных учениях в качестве таковых выступают материальное, идеальное и духовное начала. При этом обнаруживается соответствие категорий двух сфер: физическая категория частиц может быть сопоставлена с материальным началом, категория пространства-времени — с идеальным, а поля переносчиков взаимодействий — с духовным. Если всем трем началам придается онтологический статус, то перед нами триалистическая метафизическая парадигма. Опора на два соответствующим образом обобщенные начала приводит к трем классам дуалистических парадигм. В физике им соответствуют три названных выше миропонимания: физическое, геометрическое и реляционное, а в философско-религиозной сфере — три мировоззрения: *религиозное* (опирающееся на духовное и материальное начала), *идеалистическое* (основанное на идеальном и духовном началах) и *материалистическое* (объединяющее материальное и идеальное начала). Напомним, диалектический материализм, согласно определению, охватывает две сто-

роны: материальную (ведущую) и идеальную (дополнительную). Духовное начало игнорировалось в марксистско-ленинском учении.

Тот факт, что учение Маха, соответствующее материализму, столь жестоко преследовалось людьми, провозгласившими себя материалистами, воспринимается сегодня как парадокс, объяснимый лишь стечением ряда обстоятельств.

Во-первых, это следствие начального этапа развития российской социал-демократии, для которого были характерны острая межфракционная борьба и стремление В. И. Ленина подорвать идеологические устои своих политических противников. Напомним, что ряд видных деятелей российской социал-демократии начала XX века (А. А. Богданов, В. А. Базаров, П. С. Юшкевич и некоторые другие), почувствовав созвучие материализма с идеями, сформулированными в естественнонаучных трудах Э. Маха, объявили себя его сторонниками. В политической борьбе за руководство социал-демократической партией В. И. Ленин решил нанести удар по своим оппонентам, выступив с резкой критикой взглядов Маха в своей известной работе «Материализм и эмпириокритицизм» [21], ставшей идеологическим фундаментом коммунистов.

В этой книге, обязательной для «изучения» во всех высших учебных заведениях СССР, содержится безапелляционная критика как естественнонаучных, так и философских взглядов Маха и его последователей. В частности, в ней можно встретить следующее уничижительное в своей некорректности утверждение вождя мирового пролетариата: «Философия естествоиспытателя Маха относится к естествознанию, как поцелуй Иуды относится к Христу, Мах точно так же предаёт естествознание фидеизму, переходя по существу дела на сторону философского идеализма» [21, с. 333].

Все годы советской власти вплоть до начала перестройки было принято критиковать Эрнста Маха как махрового идеалиста, а обвинение в махизме воспринималось не только как крайне отрицательная, но и чреватая своими последствиями оценка. Напомним, что обвинений в махизме не избежали А. Эйнштейн, Н. Бор и многие другие классики теоретической физики XX века.

Во-вторых, В. И. Ленин и его соратники просто не поняли, да и не могли тогда понять ситуацию, сложившуюся на рубеже XIX и XX веков в естествознании, и роль идей Маха в преодолении возникшего кризиса. Лучше всего на это можно ответить словами самого Э. Маха, осознававшего закономерность враждебного отношения к новым идеям и концепциям. «Но что можно сказать, — читаем мы на страницах его книги «Познание и заблуждение», — о той суровой придирчивой критике, которой подверглись мысли Гаусса, Римана и их товарищей со стороны людей, занимающих выдающееся положение в науке? Неужели им на себе самих не пришлось никогда испытать того, что исследователь на крайних

границах знания находит часто то, что не может быть гладко и немедленно усвоено каждым умом и что тем не менее далеко не бессмысленно? Конечно, и такие исследователи могут впадать в ошибки. Но ошибки иных людей бывают нередко по своим последствиям плодотворнее, чем открытия других» [4, с. 418].

Особые нападки Ленина вызвал маховский термин «ощущение», воспринятый им как проявление идеализма и солипсизма. Однако Эйнштейн об этом говорил иначе: «Он (Мах — Ю. В.) считал, что все науки объединены стремлением к упорядочению элементарных единичных данных нашего опыта, названных им «ощущениями». Этот термин, введенный трезвым и осторожным мыслителем, часто из-за недостаточного знакомства с его работами путают с терминологией философского идеализма и солипсизма» [2, с. 32].

Выдающиеся российские философы, которые могли дать книге Ленина соответствующую оценку, были высланы из страны, оставшаяся интеллигенция находилась в состоянии глубокой депрессии, а подавляющая часть населения просто не имела необходимой научной подготовки для понимания истинного значения трудов Э. Маха. Весь идеологический аппарат страны был нацелен на укоренение в общественном сознании убежденности в справедливости марксистско-ленинского учения, а в задачу ученых-философов и естествоиспытателей входило его безоговорочное принятие и развитие.

В-третьих, идеологи марксизма-ленинизма, возможно, усматривали в естественнонаучных трудах Маха зерна еще более глубокой парадигмы, представлявшей угрозу идеологическим устоям режима.

Выявленная корреляция процессов смены парадигм в естествознании, искусстве и политике и наметившаяся в настоящее время смена парадигм в фундаментальной теоретической физике позволяют прогнозировать чрезвычайно важные процессы в ряде сфер общественно-го сознания. Некоторые из них уже можно разглядеть в культуре и даже в идеологии возрождающейся России.

Возвращение

Впервые после длительного перерыва фрагменты из книг Маха «Механика» и «Познание и заблуждение» были изданы лишь в 1979 году в юбилейном сборнике «Альберт Эйнштейн и теория гравитации» [22], изданном к 100-летию со дня рождения А. Эйнштейна, а публикация фотографий Маха была официально разрешена в 1989 году (в книге автора «Пространство-время: явные и скрытые размерности» [23]).

В 1988 году к 150-летию со дня рождения Эрнста Маха на физическом факультете МГУ было проведено совместное заседание семинаров теоретической физики, а затем в Институте Истории естествознания и техники АН СССР состоялась научная конференция, на которой высту-

пил ряд ведущих отечественных ученых с объективной информацией и оценкой трудов Маха. Основные доклады, сделанные на этой конференции, были опубликованы в трудах института [24] в 1997 году. (Задержка издания произошла уже не по идеологическим причинам, а из-за финансовых трудностей.)

Понятно, что враждебное отношение в СССР к самому Маху и к его трудам распространялось и на все страны социалистического содружества, в том числе и на Чехословакию, где он родился. В итоге на родине имя Э. Маха упоминалось лишь в связи с критикой его реакционного идеалистического учения. Были стерты из памяти не только факты его биографии, но и представления о месте (доме), где он родился.

К 150-летию Маха в одном из центральных журналов Чехословакии была опубликована совместная статья чешского и трех советских авторов [25], в которой были изложены главные факты из биографии Э. Маха и дана развернутая характеристика его научных достижений. В частности, в ней было сказано: «Эрнст Мах родился 18 февраля 1838 года в деревне Хрлице под Брно (современная Чехия). Его мать была дочерью дворника епископского хозяйства, отец был внештатным воспитателем. Его характеризовали как мечтателя и упряма. Мах учился в гимназии в городе Кромежиж и сдал здесь экзамен на аттестат зрелости в 1855 году. В этом же году он уехал в университет в Вену, где изучал, прежде всего, физику и математику. В 1860 году он получил степень доктора философии по этим наукам. С 1861 по 1864 год Мах занимал должность приват-доцента Венского университета, затем — профессора математики и физики Университета в Граце (1864–1867). Здесь в 1867 году Мах женился и вскоре переехал в Прагу, где работал профессором экспериментальной физики немецкого отделения Карлова университета до 1895 года, то есть в течение 28 лет. Здесь он дважды был ректором, в 1879/80 и в 1883/84 годах. В 1895 году Мах возвращается в Венский университет в качестве профессора философии «специально по теории и истории индуктивных наук» и здесь же в 1901 году уходит на пенсию. В 1898 году в результате кровоизлияния в мозг с ним случился правосторонний паралич, от которого он не излечился до конца жизни. Мах оставался в Вене до 1913 года, после чего он переехал к своему сыну (Л. Маху) в Фатерштеттен под Мюнхеном, где умер 19 февраля 1916 года» [9]. (Обратим внимание, что данная книга Э. Маха «Познание и заблуждение» писалась полупарализованным автором.) Далее в статье отмечалась многогранность научного наследия Э. Маха, позволяющая говорить о Махе как о физике-теоретике, физике-экспериментаторе, физиологе и философе. Особенно подробно было сказано о его значении в развитии теоретической физики, при этом подчеркивалось, что многие его идеи не исчерпаны и в наши дни.

Эта статья вышла до юбилея Э. Маха и, как потом выяснилось, очень помогла в организации юбилейных мероприятий на его родине. В сентябре 1988 года в Праге в Карловом университете, где около 30 лет проработал Э. Мах, состоялась международная конференция «Эрнст Мах и развитие физики», которая прошла на высоком уровне. В ней приняли участие многие известные физики и историки физики из Англии, Германии, СССР, США, Японии и многих других стран мира. Труды этой юбилейной конференции со всеми докладами, включая выступления на ректорском приеме, были опубликованы [26] в Чехословакии.

При подготовке празднования 150-летнего юбилея Э. Маха вскрылась любопытная история с мемориальной доской на доме в Брно, где родился Эрнст Мах. Первая бронзовая доска с портретом Маха была установлена на стене его дома в 1938 году к столетию со дня его рождения. На доске в центре был изображен портрет Э. Маха и написано (слева от портрета по-чешски, а справа — по-немецки): «В этом доме родился Эрнст Мах — великий естествоиспытатель и философ». Под портретом были приведены даты жизни: 18.II.1838—9.II.1916. Дата смерти была указана ошибочно, — на самом деле он скончался на десять дней позже.

Во время немецкой оккупации мемориальная доска оказалась неудобной фашистскому режиму, и в 1942 году ее сняли. После окончания войны доску нашли и возвратили на прежнее место, но вскоре она была опять снята: Мах оказался не приемлемым и для прокоммунистического режима. По свидетельству очевидцев, после 1948 года эта доска некоторое время валялась в куче мусора в подвале соседнего дома, но потом исчезла. В преддверии 150-летия Маха в Брно развернулась целая эпопея по розыску мемориальной доски. Были привлечены местные физики, историки и студенты. Работы велись широким фронтом — от опросов населения и изучения архивов до раскопок, однако старую доску так и не удалось найти. Высказывалась версия, что бронза понадобилась для отливки другой доски (предположительно, для доски ветеранов труда). В итоге была сделана новая памятная доска, скромнее старой. На ней было написано по чешски:

V TOMTO DOME SE NARODIL
ERNST MACH FYZIK A FILOZOF
18.2.1838—19.2.1916

JEDNOTA CS. MATEMATIKU A FYZIKU 1988.

(В этом доме родился Эрнст Мах, физик и философ. 18.2.1838— 19.2.1916. От математиков и физиков. 1988.) Непосредственно перед юбилейной датой перед домом Маха устроили выставку физических приборов, сделанных его руками, и местным жителям подробно рассказали о его жизни и деятельности. В присутствии именитых гостей при большом стечении народа доска была открыта.

Так были восстановлены доброе имя Эрнста Маха и память о нем в нашей стране и на его родине. Надеемся, что переиздание этой книги будет способствовать преодолению недоразумений и враждебного отношения к имени и научному наследию великого физика, естествоиспытателя и философа рубежа XIX и XX столетий Эрнста Маха.

Предлагаемая читателю книга представляет собой наиболее зрелое произведение Э. Маха методологического характера. Многие высказанные им идеи об основных чертах и принципах научного творчества, о сути понятий, используемых в физике, математике и вообще в науке, не утратили актуальности и по сей день. Можно выразить глубокое сожаление, что мысли великого естествоиспытателя оказались изъятыми почти на 70 лет из научного дискурса в нашей стране.

Представленная монография Э. Маха «Познание и заблуждение» является переизданием перевода с немецкого Г. Котляра (под редакцией профессора Н. Ланге), впервые опубликованного в издательстве С. Скирмунта в 1909 году [4]. При подготовке настоящего издания в текст внесены лишь необходимые орфографические изменения.

Профессор Ю. С. Владимиров

Литература

[1] *Мах Э.* Механика. Историко-критический очерк ее развития. — Ижевск. Ижевск. республ. типогр., 2000, 456 с.

[2] *Эйнштейн А.* Эрнст Мах //Собр. науч. трудов. Т. 4. — М.: Наука, 1967.

[3] *Mach E.* //The monist. Vol. XIV, Oktober 1903.

[4] *Мах Э.* Познание и заблуждение. — М.: Изд-во С. Скирмунта, 1909, 471 с.

[5] *Wolters G.* Mach I, Mach II, Einstein und die Relativitätstheorie: Eine Falschung und ihre Folgen. В., N.Y.: De Gruyter. 1987. 474 S.

[6] *Владимиров Ю. С.* Метафизика. — М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2002, 534 с.

[7] *Эйнштейн А.* Автобиографические заметки //Собр. науч. трудов. Т. 4. — М.: Наука, 1967.

[8] *Булюбаши Б. В.* Электродинамика дальнего действия //Сб. «Физика XIX-XX вв. в общенаучном и социокультурном контекстах. (Физика XIX века)». — М.: Наука, 1995, с. 221–250.

[9] *Фейнман Р.* Нобелевская лекция «Разработка квантовой электродинамики в пространственно-временном аспекте» //Сб. «Характер физических законов». — М.: Мир, 1968, с. 193–231.

[10] *Владимиров Ю. С., Турыгин А. Ю.* Теория прямого межчастичного взаимодействия. — М.: Энергоатомиздат, 1986, 136 с.

[11] Кулаков Ю. И. Элементы теории физических структур (Дополнение Г. Г. Михайличенко). — Новосибирск. Изд-во Новосиб. ун-та, 1968.

[12] Владимиров Ю. С. Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Часть 2. (Теория физических взаимодействий). — М.: Изд-во Моск. ун-та., 1998, 448 с.

[13] Нарликар Дж. В. Инерция и космология в теории относительности Эйнштейна //Сб. «Астрофизика, кванты и теория относительности». — М.: Мир, 1982, с. 498–534.

[14] Эйнштейн А. Принципиальное содержание общей теории относительности //Собр. науч. трудов. Т. 1. — М.: Наука, 1965.

[15] Дюгем П. Физическая теория. Ее цель и строение. — СПб. Книгоиз-ство «Образование», 1910, 326 с.

[16] Мах Э. Механика. Историко-критический очерк ее развития. — СПб.: Изд-во товарищества «Общество и польза», 1909, 448 с.

[17] Мах Э. Анализ ощущений и отношение физического к психическому. — М.: Изд-во Скирмунта, 1908, 308 с.

[18] Мах Э. Популярно-научные очерки. — СПб.: Книгоиз-ство «Образование», 1909, 340 с.

[19] Мах Э. Принцип сохранения работы. История и корень его. — СПб.: Книгоиз-ство «Образование», 1909.

[20] Мах Э. Пространство и время I //Сборник «Новые идеи в математике», No. 2. — СПб.: Книгоиз-ство «Образование», 1913, с. 59–73.

[21] Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм //Собр. соч., 4 изд. Т. 14.

[22] Сборник «Альберт Эйнштейн и теория гравитации». — М.: Мир, 1979, 592 с.

[23] Владимиров Ю. С. Пространство-время: явные и скрытые размерности. — М.: Наука, 1989, 192 с.

[24] Fedorov F. I., Horsky J., Mickevic N. V., Vladimirov J. S. 150 let od narozeni Ernsta Macha. Pokroky matematiky, fysiky, astronomie. — Praga, 1988. T. 33. No 1. S. 14–19.

[25] Сборник. Исследования по истории физики и механики. 1993–1994. — М.: Наука, 1997, 235 с.

[26] Ernst Mach and the development physics. Conference papers. Prague. 14–16.9.1988. Prague: Univ. Carolina Pragensis, 1991, 531 p.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Не желая вовсе быть философом, ни даже называться им, естествоиспытатель чувствует сильную потребность изучить процессы, через посредство которых он приобретает и расширяет свои познания. Ближайшим для этого путем является для него внимательное наблюдение роста познания, как в области его специальной науки, так и в наиболее ему доступных, граничащих с ней областях, и прежде всего наблюдение **отдельных мотивов**, руководящих исследователями. Ему, который так близко стоял к этим проблемам, сам так часто переживал вместе с исследователем-специалистом напряженное ожидание в период до разрешения проблемы и чувство облегчения после ее разрешения, мотивы эти виднее, чем кому-либо другому. **Систематизация и созидание схем** ему, который почти во всяком разрешении более или менее значительной проблемы открывает еще что-нибудь новое, труднее, кажется всегда слишком еще поспешным делом, и он эту работу охотно предоставляет более опытным в ней философам. Естествоиспытатель может уже быть довольным, когда ему удастся **в сознательной психической деятельности научного исследователя разглядеть один из видов инстинктивной деятельности животных и людей, ежедневно проявляющейся в жизни природной и культурной, но вид, методически разработанный, углубленный и улучшенный.**

Мы не должны слишком низко ценить работу схематизации и упорядочения наших методологических познаний, если эта работа произведена в подходящей стадии развития науки и в удовлетворительной форме¹.

Но необходимо иметь в виду, что **практика в работе исследования**, поскольку она вообще может быть приобретена, гораздо более развивается под влиянием отдельных **живых примеров**, чем под влиянием потерявших краски жизни **абстрактных формул**, получающих конкретное понятное содержание опять-таки только через живые примеры. Поэтому-то были также главным образом естествоиспытатели, как *Коперник, Жильбер, Кеплер, Галилей, Гюйгенс, Ньютон* и среди более современных — *И. Гершель, Фарадей, Уэвелл, Максвелл, Джемсонс* и др., которые оказа-

¹ Такое систематическое изложение, с которым я согласен во всем существенном и в котором весьма искусно исключены спорные психологические вопросы, разрешение которых для теории познания не настоятельно и безусловно необходимо, дает проф. Г. Клейнпетер (H. Kleinpeter, «Die Erkenntnisstheorie der Gegenwart». Leipzig, I. A. Bart, 1905).

ли действительные услуги более молодым естествоиспытателям своими научными исследованиями. Даже людям с выдающимися заслугами, как *И. Ф. Фризу* и *Е. Ф. Апельту*, которым мы обязаны столь плодотворным развитием многих частей естественнонаучной методологии, не удалось совершенно отделаться от предвзятых философских взглядов. Вследствие своей приверженности идеям *Канта* эти философы и даже естествоиспытатель *Уэвелл* пришли и не могли не прийти к весьма странным воззрениям в очень простых вопросах естествознания. В дальнейшем мы к этому вернемся. Из более старых немецких философов можно назвать разве только одного *Ф. Бенеке*, который сумел совершенно освободиться от таких предвзятых взглядов. Он без всяких отговорок признает, сколь многим обязан английским естествоиспытателям.

Зимой 1895–96 гг. я прочитал лекцию на тему «Психология и логика исследования». В этой лекции я сделал попытку свести психологию исследования по возможности к идеям естествознания. Предлагаемая книга является по существу моему свободной переработкой некоторых из высказанных в этой лекции идей. Я надеюсь дать этим известным толчок моим более молодым товарищам по специальности, в особенности физикам, в целях дальнейшего развития этих идей, как и направить их внимание на области науки, граничащие с их специальностью. Обыкновенно физики мало ими интересуются, а между тем изучение их может дать богатые плоды каждому исследователю в области его собственной специальности.

Само собой разумеется, что работа моя не будет свободна от многих недостатков. Хотя я всегда живо интересовался областями науки, граничащими с моей специальностью, равно как и философией, тем не менее я в некоторые из этих областей и в особенности в философию мог, разумеется, делать лишь редкие набегі. Если я при этом имел счастье с моей естественнонаучной точкой зрения оказаться в значительной близости к таким выдающимся философам, как *Авенариус*, *Шуппе*, *Циген* и др., как и к более молодым их товарищам, как *Корнелиус*, *Петцольд*, *Шуберт-Сольдери* и др., а также к некоторым видным естествоиспытателям, то зато с другой стороны я тем самым — уж таков характер современной философии! — не мог не удалиться — и на очень большое расстояние! — от других выдающихся философов².

² В одной из глав моей «Механики» и в одной «Анализа ощущений» я дал уже ответ на известные мне возражения против моих взглядов. Здесь мне остается еще прибавить лишь несколько замечаний по поводу книги *Honigswald* а *Zur Kritik der Machschen Philosophie* (Berlin, 1903). Прежде всего не существует **никакой** философии *Маха*, а есть — самое большее — его естественнонаучная методология и психология познания, и обе они представляют собой, подобно всем естественнонаучным теориям, несовершенные попытки временного характера. Если из них при помощи чужих прибавок строят философию, то я за это не ответственен. Что мои взгляды не могут совпадать с идеями *Канта*,

Я должен сказать вместе с *Шунне*: область трансцендентного мне недоступна. Если я к тому же откровенно сознаюсь, что ее обитатели ни малейшим образом не возбуждают моей любознательности, то сейчас же станет ясной та широкая пропасть, которая существует между мной и многими философами. Я уже поэтому открыто заявлял, что **я вовсе не философ, а только естествоиспытатель**. Если меня тем не менее порой, и несколько шумно, причисляли к первым, то я за это не ответственен. Но я не желаю также, разумеется, быть таким естествоиспытателем, который слепо доверяется руководительству одного какого-нибудь философа, как это требовал, например, от своего пациента врач в комедии *Мольера*.

Работа, которую я попытался выполнить в интересах естественнонаучной методологии и психологии познания, состоит в следующем. Прежде всего я поставил себе целью не ввести **новую философию** в естествознание, а удалить из него **старую, отслужившую свою службу**, каковая задача, впрочем, весьма не понравилась и кое-кому из естествоиспытателей. Среди многих философских систем, появлявшихся на свете с течением времени, можно насчитать немало таких, которые самими философами признаны ложными, или, по крайней мере, так ясно изложены ими, что всякий непредубежденный человек легко может разглядеть их ошибочность. В естествознании, где они встречали менее внимательную критику, эти философские системы дольше сохранили свою живучесть: так, какая-нибудь разновидность животных, неспособная защититься от своих врагов, может сохраниться на каком-нибудь заброшенном острове, не открытая своими врагами. Такие философские системы, не только бесполезные в естествознании, но и создающие вредные, бесплодные мнимые проблемы, ничего лучшего не заслужили, как устранения. Если я этим сделал кое-что хорошее, то это собственно **заслуга философов**. Если они эту заслугу станут отрицать, то будущее поколение окажется, может быть, справедливее по отношению к ним, чем они сами. Далее, работая в течение более сорока лет в лаборатории и на кафедре, как наивный наблюдатель, не увлеченный и не ослепленный никакой определенной философской системой, я имел возможность разглядеть пути, по которым

должно было быть ясно с самого начала — ввиду различия исходных точек зрения, включающих даже общую почву для споров (см. книгу *Клейнпетера* [Erkenntnisstheorie], как и предлагаемую книгу) — всякому кантианцу, **а также и мне**. Но разве философия *Канта* есть единственно непогрешимая философия и ей подобает предостерегать специальные науки, чтобы они даже **не пытались** сделать в собственной своей области, собственными путями то, что она им сама более ста лет тому назад обещала, но не сделала? Таким образом, ничуть не сомневаясь в добрых и честных намерениях *Hornigswald*'а, я все же полагаю, что попытка разобраться с «эмпириокритиками» или со сторонниками «имманентной философии», с которыми у него может оказаться более точек соприкосновения, дала бы больше и для него самого и для других. Если философы придут между собой к соглашению, то соглашение их с естествоиспытателями не заставит уже себя долго ждать.

развивается наше познание. Я сделал попытку описать эти пути в различных сочинениях. Но и то, что мне здесь удалось изучить, **не есть** исключительно мое достояние. Другие внимательные исследователи наблюдали часто то же самое или весьма сходное. Если бы внимание естествоиспытателей не поглощалось в такой сильной мере настоятельными специальными и частными задачами исследования, вследствие чего некоторые методологические открытия могли быть снова забыты, то предлагаемое мною в настоящей книге в виде психологии познания могло бы давно уже стать прочным достоянием естествоиспытателей. Именно на этом основании я надеюсь, что мой труд не пропадет даром. Может быть, даже философы усмотрят когда-нибудь в моем предприятии философское очищение естественнонаучной методологии и со своей стороны придут мне навстречу. Если же этого и не случится, я все же надеюсь, что принес пользу естествоиспытателям.

Д-р *В. Паули*, приват-доцент по внутренней медицине, весьма любезно прочел корректуру этой книги, за что я приношу ему мою сердечную благодарность.

Автор
Вена, май 1905

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Текст второго издания лишь несущественно отличается от текста первого. Для полной переработки книги не было ни времени, ни повода. Некоторые критические замечания стали мне к тому же слишком поздно известными, так что я не мог уже принять их во внимание.

Указания на сочинения родственного содержания, появившиеся в свете одновременно с первым изданием этой книги или вслед за ним, я сделал в виде примечаний. Близки мои основные воззрения ко взглядам *Иерузалема*, изложенным в его книге *Der kritische Idealismus und die reine Logik* (1905); родство это теснее даже, чем мы оба могли предполагать, стоя на различной специально научной почве; источник этой близости лежит, по-видимому, в общем толчке, полученном нами от биологии и в особенности от теории развития. Кое-какие точки соприкосновения и много поучительного я нашел в оригинальной работе *Stohr*'а *Leitfaden der Logik in psychologischer Darstellung* (1905). Очень обрадовало меня сочинение *Дюгема* (*Duhem*, *La théorie physique, son objet et sa structure*, 1906). В такой сильной мере встретить согласие у физиков я еще не надеялся. *Дюгем* отвергает всякое метафизическое объяснение физических вопросов; он видит цель физики в логически экономном определении действительного; он считает историко-генетическое изложение теории единственно правильным и дидактически целесообразным. Все это — взгляды, которые я по отношению к физике защищаю добрых три десятилетия. Это согласие является для меня тем более ценным, что *Дюгем* пришел к тем же результатам совершенно независимо. Но в то время как я, по крайней мере в предлагаемой книге, выдвигаю главным образом родство между обыденным мышлением и научным, *Дюгем* в особенности занимается освещением различий, существующих между обыденным и критико-физическим наблюдением и мышлением, вследствие чего я очень горячо рекомендую его книгу моим читателям, как дополняющую и освещающую мои идеи. Ниже мне не раз придется сослаться на его слова и лишь редко, в пунктах маловажных, придется отмечать разногласие.

Д-р Джеймс Мозер, приват-доцент венского университета, любезно прочел корректуру книги, за что я ему приношу мою сердечную благодарность.

Автор
Вена, апрель 1906

ГЛАВА 1

ФИЛОСОФСКОЕ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЕ МЫШЛЕНИЕ

1. Низшие животные, живущие в простых, постоянных и благоприятных условиях среды, приспособляются к ее мгновенным изменениям при помощи врожденных рефлексов. Обыкновенно этого бывает достаточно для сохранения индивидуума и вида, но выжить в условиях среды более сложной и менее постоянной животное может только тогда, когда оно способно приспособляться к более или менее обширному — пространственно и временно — многообразию ее. Для этого требуется известная пространственная и временная **дальнозоркость**. Эта дальнозоркость достигается прежде всего более совершенными органами чувств, а при дальнейшем нарастании требований — развитием **жизни представлений**. Действительно, живое существо, обладающее **памятью**, имеет в своем психическом поле зрения более обширную пространственную и временную среду, чем оно могло бы объять одними своими органами чувств. Оно воспринимает, так сказать, и те части среды, которые находятся в соседстве с непосредственно видимыми, оно видит приближение добычи или врагов, о котором ему не может еще сообщить ни один из его органов чувств. Первобытный **человек** имеет количественное преимущество перед другими животными именно только силою своей индивидуальной памяти, которая с течением времени усиливается передачей воспоминаний от предков и рода. Даже развитие культуры вообще существенно характеризуется тем, что все большие и большие пространственно и временно области попадают в сферу ведения человека. По мере того как жизнь с развитием культуры становится немного легче, прежде всего благодаря разделению труда, развитию промыслов и т. д., представления индивидуума, ограниченные тесной областью фактов, выигрывают в силе, не теряя ничего в смысле своего объема для всего народа. Усилившееся таким образом мышление может постепенно само стать специальной профессией. Научное мышление развивается из обыденного. Таким образом научное мышление является последним звеном в непрерывной цепи биологического развития, начавшегося с первых элементарных проявлений жизни.

2. Цель простых, обыденных представлений сводится к логическому дополнению частично наблюдаемого факта. Охотник, заметив добычу, представляет себе образ жизни преследуемого животного, чтобы с ним целесообразнее сообразовать свои собственные действия. Сельский хозяин, собираясь культивировать какое-нибудь растение, думает о подходящей почве, о правильном выборе семян, о времени созревания растения. Эта черта умственного дополнения факта по какой-нибудь данной его ча-

сти является **общей** для научного мышления и для обыденного. И **Галилей** не ищет ничего иного, как представить себе весь процесс движения, когда даны первоначальная скорость и направление брошенного камня. Но другой чертой научное мышление **отличается** от обыденного часто в весьма сильной степени. Обыденное мышление служит, по крайней мере в своих начатках, **практическим** целям, прежде всего удовлетворению физических потребностей. Ставшее же более сильным, научное мышление создает себе собственные цели, стремится удовлетворить самого себя, устранить **умственное** стеснение. Выросшее на службе практическим целям, оно с течением времени становится само себе господином. Обыденное мышление не служит **чисто-познавательным** целям и вследствие этого страдает кое-какими недостатками, от которых первоначально не свободно и развившееся из него научное мышление. От этих недостатков последнее освобождается лишь медленно и весьма постепенно. Каждый взгляд назад, на период прошлый, законченный, учит нас, что научное мышление в своем развитии заключается в непрерывном исправлении мышления обыденного. Но с ростом культуры научное мышление начинает влиять и на то мышление, которое служит практическим целям. Обыденное мышление все более и более ограничивается и вытесняется научно дисциплинированным **техническим** мышлением.

3. **Изображение** фактов действительности в наших мыслях или **при-способление** наших мыслей к этим фактам дает возможность нашему мышлению умственно восполнять факты лишь частично наблюдаемые, поскольку это восполнение определяется наблюдаемой частью. Эта определенность заключается во взаимной зависимости признаков фактов, которая и является исходным пунктом для мышления. Так как обыденное и молодое научное мышление вынуждены ограничиться довольно грубым приспособлением мыслей к фактам, то мысли эти, приспособляемые к фактам, не всегда бывают согласны между собой. Таким образом появляется новая задача, которую мышление должно разрешить для полного своего удовлетворения, — задача **приспособления** мыслей **друг к другу**. Это последнее стремление, обуславливающее **логическое** очищение мышления, но идущее гораздо дальше этой цели, является характерным и преимущественным признаком науки, в отличие от обыденного мышления. Последнее довольствуется тем, что оно лишь приблизительно служит к осуществлению практических целей.

4. Научное мышление встречается в двух, с виду довольно различных, типах; в виде мышления **философа** и мышления **специалиста-исследователя**. Первый стремится к возможно полной всеобъемлющей ориентировке во всей совокупности фактов. При этом он не может возвести до конца своего здания, не позаимствовав для этого материал у специалистов. Второй первоначально занят ориентировкой и обобщением в одной какой-нибудь небольшой области фактов. Но так как разгра-

[. . .]