

2019, № 2 (32)

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

МЕТАФИЗИКА

В этом номере:

- Об основаниях физики и математики
- Реляционное миропонимание
- Проблема «квантования гравитации» в трех метафизических парадигмах
- Геометрическое миропонимание
- Из наследия прошлого

2019, № 2 (32)

ОБ ОСНОВАНИЯХ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

К 140-ЛЕТНЕЙ ГОДОВЩИНЕ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АЛЬБЕРТА ЭЙНШТЕЙНА

Ю.С. Владимиров

*Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
Институт гравитации и космологии РУДН*

В связи со 140-летней годовщиной со дня рождения Эйнштейна обсуждается его вклад в формирование и развитие трех основных метафизических парадигм, в рамках которых развивалась фундаментальная теоретическая физика в XX веке: доминирующей теоретико-полевой, геометрической и реляционной. Особое внимание уделено отношению Эйнштейна к реляционной парадигме, идеи которой сыграли важную роль при создании общей теории относительности.

Ключевые слова: специальная и общая теории относительности, геометрическая парадигма, реляционная парадигма, интерпретация квантовой механики.

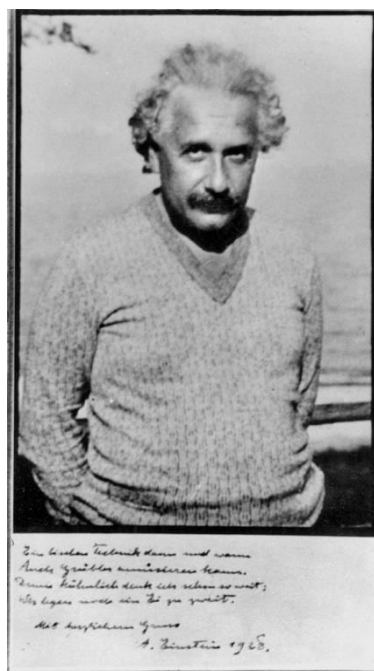
14 марта исполнилось 140 лет со дня рождения величайшего физика и мыслителя XX века Альберта Эйнштейна. Это был уникальный человек, которому посчастливилось оказаться ключевым участником трех великих научных открытий: создания квантовой механики, за что ему в 1921 году была присуждена Нобелевская премия, создания специальной теории относительности и, что особенно важно, – создания общей теории относительности. Открытие общей теории относительности ознаменовало формирование новой метафизической парадигмы в физике – геометрической.

Как известно, научные открытия возникают лишь тогда, когда созревают все необходимые для этого условия, причем зачастую они зреют в течение многих десятилетий, а то и столетий. И, как правило, в момент их созревания открытия делаются в близкие сроки сразу несколькими авторами. Так произошло в начале XIX столетия, когда К. Гауссом (1777–1855), Н.И. Лобачевским (1792–1856) и Я. Бояи (1802–1860) была открыта первая неевклидова геометрия. Так случилось и в самом начале XX века, когда к созданию спе-

циальной теории относительности пришли Х. Лоренц (1853–1928), А. Эйнштейн (1879–1955), А. Пуанкаре (1854–1912), а также свой важный вклад внес Г. Минковский (1864–1909).

После открытия сначала первой неевклидовой геометрии, затем произвольных неевклидовых геометрий Римана (1826–1866) и трудов В. Клиффорда (1845–1879) сложились необходимые предпосылки для следующего открытия. Но этого еще было недостаточно, и лишь после осуществленного в рамках специальной теории относительности объединения пространства и времени в единое 4-мерное многообразие сложились все необходимые условия для создания общей теории относительности. Заметим, что идеологическая база этого открытия была заложена В. Клиффордом, скончавшимся в год рождения Эйнштейна, а необходимый для этого математический аппарат дифференциальной геометрии был подсказан Эйнштейну в 1913 году Марселем Гроссманом [1]. Дальнейшее имело уже чисто технический характер, – уравнения Эйнштейна были записаны на рубеже 1915–1916 годов практически одновременно Д. Гильбертом (1862–1943) и А. Эйнштейном, причем разными методами: Гильберт, будучи великим математиком, применил строгий вариационный метод [2], а Эйнштейн действовал методом проб и ошибок, придя к окончательному виду уравнений после нескольких неудачных вариантов.

После создания общей теории относительности Эйнштейн до конца своих дней бился над проблемой геометризации не только гравитации, но и всех других видов материи. В связи с этим следует отметить важное обстоятельство. Эта идея была выдвинута В. Клиффордом, который еще до рождения Эйнштейна писал: «Не окажется ли, что все или некоторые из причин, которые мы называем физическими, свое начало ведут от геометрического строения нашего пространства?» [3]. Или еще более определенно: «...изменение кривизны пространства и есть то, что реально происходит в явлении, которое мы называем движением материи, будь она весома или эфирная. Что в физическом мире не происходит ничего, кроме таких изменений» [4]. Историки науки отмечают, что Эйнштейн ознакомился с книгой Клиффорда «Здравый смысл точных наук», где были изложены его идеи, в бернский период своей жизни (примерно в 1904 году). Однако в этот и в последующие полтора десятка лет Эйнштейн был увлечен реляционными идеями Э. Маха. И лишь после создания общей теории относительности осознал ее несоответствие идеям Маха и до конца своей жизни был убежденным приверженцем идей Клиффорда.



Наибольшее внимание (вслед за Д. Гильбертом и Г. Вейлем) Эйнштейн уделил попыткам геометризовать электромагнетизм. Автору этих строк во время посещения Иены (ГДР), где работала самая активная группа немецких физиков-гравитационистов под руководством профессора Э. Шмутцера, была подарена ранее не публиковавшаяся фотография А. Эйнштейна, под которой было короткое его стихотворение, адресованное одному из коллег. В переводе на русский язык оно звучит так:

«И я, как курица, квохчу,
С тобой еще одно яйцо
Снести хочу».

Однако в четвертый раз Эйнштейну уже не повезло, – по-своему геометризовать электромагнетизм ему не удалось. Как сейчас стало ясно, это фактически уже было сделано Т. Калуцей [5]. Эйнштейн несколько раз обращался к его идеям, но так и не решился окончательно согласиться с идеями 5-мерной теории Калуцы.

Автору этих строк пришлось особо внимательно ознакомиться с творчеством А. Эйнштейна в 1976–1979 годах, когда двумя гравитационными комиссиями (секции гравитации Минвуза СССР и Академии наук) он был назначен главным редактором и составителем сборника «Альберт Эйнштейн и теория гравитации» [6], выпуск которого был приурочен к 100-летней годовщине со дня рождения А. Эйнштейна. Сборник был составлен из оригинальных трудов предшественников общей теории относительности (Н.И. Лобачевского, Б. Римана, В. Клиффорда, Э. Маха, А. Пуанкаре), самого Эйнштейна, а также физиков, внесших важный вклад в развитие общей теории относительности (К. Шварцшильда, А.А. Фидмана, В.А. Фока, А.З. Петрова и др.). В сборник были включены также работы авторов, предложивших главные обобщения римановой геометрии: Г. Вейля, Т. Калуцы, Э. Картана и др. Сборник был опубликован точно к 100-летию юбилею А. Эйнштейна.

Материал этого сборника, а также книга автора «Природа пространства-времени. Антология идей» [7] позволяют более внимательно отнестись к высказыванию В.И. Вернадского: «Процесс научного творчества, озаренный сознанием отдельных великих личностей, есть вместе с тем медленный процесс общечеловеческого развития... Корни великого открытия лежат далеко в глубине, и, как волны, бьющиеся с разбега о берег, много раз плещется человеческая мысль около подготавливаемого открытия, пока не придет девятый вал» [8].

Аналогичную мысль высказывал Э. Мах: «История науки показывает, что новое, правильное познание, покоящееся на верных основаниях, может то больше, то меньше затеняться, может выступать в односторонней, неполной форме, для одной группы исследователей даже совершенно исчезнуть и снова возродиться. Однократного нахождения и провозглашения какого-нибудь познания бывает недостаточно. Часто проходят годы и даже столетия, пока общее

мышление разовьется настолько, чтобы оно могло стать общим достоянием и укрепиться» [9].

Следует особо подчеркнуть, что сделать решительный шаг в реализации созревшей идеи удастся лишь высококвалифицированному, глубоко увлеченному данной проблематикой исследователю. Именно таким человеком был Альберт Эйнштейн.

Автору статьи посчастливилось участвовать в работе 3-й Международной гравитационной конференции в Варшаве (1962 г.), на которой выступал Л. Инфельд, сотрудник и соавтор книги с Эйнштейном «Эволюция физики». В своем выступлении он поделился воспоминаниями об Эйнштейне 30-х годов и об отношении тогда физиков к ОТО: «В 1936 году, когда у меня были непосредственные связи с Эйнштейном в Принстоне, я мог наблюдать почти полное исчезновение этого интереса. Количество физиков, которые в Принстоне занимались проблематикой поля, можно было без труда пересчитать по пальцам одной руки. Я помню, что очень немногие из нас встречались в кабинете профессора Робертсона, а потом и эти встречи прекратились. На нас, работавших в области поля, физики других специальностей смотрели исподлобья. Сам Эйнштейн часто мне говорил: “Здесь в Принстоне меня считают старым дураком”. Это положение оставалось неизменным почти до смерти Эйнштейна. Теория относительности была не в очень высокой цене на “Западе”, на нее кривились и на “Востоке”» (см. в [10]). Заметим, что в этом высказывании Инфельд под теорией поля подразумевал общую теорию относительности.

Поколению автора, входившему в большую науку в 1950-е годы, запомнилось, мягко говоря, настороженное отношение в нашей стране к общей теории относительности. А чуть раньше на физическом факультете МГУ проходили методологические семинары, где высказывались остро критические суждения как об общей теории относительности, так и о ее авторе (см. [11, с. 131–142]).

Ситуация существенно изменилась в самом начале 1960-х годов, когда на Западе возникли ожидания того, что дальнейшие серьезные практические результаты в физике будут связаны с общей теорией относительности. Этому способствовала важность в развитии технологий принципов специальной теории относительности, а также тот факт, что письмо американскому президенту в пользу развития атомного проекта в свое время было подписано Эйнштейном. После проведения двух международных конференций (в Америке и во Франции) и настойчивых писем профессора Д.Д. Иваненко к высокому начальству отношение в нашей стране к ОТО стало меняться. В 1961 году на физическом факультете МГУ была проведена 1-я советская гравитационная конференция, образована секция гравитации научно-технического совета Минвуза СССР для координации исследований по гравитации в масштабах всей страны. Тогда же в Казанском университете была создана кафедра теории относительности и гравитации под руководством профессора А.З. Петрова и гравитационная группа на физфаке МГУ (в ГАИШ) под руководством профессора Д.Д. Иваненко. Исследования, начатые тогда, продолжаются по

настоящее время уже на кафедре теоретической физики, где действует семинар «Геометрия и физика», являющийся преемником гравитационного семинара, основанного Д.Д. Иваненко.

Следует отметить, что за прошедшие с тех пор более полувека так и не было достигнуто ожидаемых грандиозных практических следствий от ОТО. (Замечу, что об окончательном обнаружении гравитационных волн в общепринятом их понимании пока говорить преждевременно. Автор уже пережил историю с открытием гравитационных волн Дж. Вебером, когда при встрече с ним профессор Д.Д. Иваненко предлагал нам кричать: «Ура Веберу, открывателю гравитационных волн!» Подчеркну, что в данном случае имеется в виду не отрицание наблюдаемых эффектов, а их трактовка как регистрация гравитационных волн в предлагаемом их понимании.) Это уже стало ощущаться в 1980-х годах, когда, например, академиком А.А. Логуновым и некоторыми другими физиками стали предприниматься попытки замены или обобщений принципов ОТО. В частности, в те годы было показано, что к выводам общей теории относительности можно было прийти не отрекаясь от реляционных идей Э. Маха.

В связи со 140-й годовщиной со дня рождения А. Эйнштейна хотелось бы обратить внимание на недавно переведенную на русский язык и у нас изданную книгу Дэвида Боданиса «Самая большая ошибка Эйнштейна» [12]. В ней такой ошибкой называют, мягко сказать, настороженное отношение Эйнштейна к квантовой теории, особенно в последний период жизни. Как пишет Боданис: «Намеренно держась в стороне от новейших открытий в области квантовой механики, Эйнштейн тем самым изолировал себя от революционных научных свершений эпохи, к примеру, обнаружения новых частиц вне и внутри атома. Но ведь для создания единой теории поля обязательно следовало учесть эти находки» [12, с. 246]. Далее Боданис пишет: «И Эйнштейн не в состоянии организовать новую, более убедительную атаку на квантовую теорию, продолжал неуклонно сползать на периферию науки» [12, с. 252].

По нашему мнению, в какой-то степени Эйнштейн все-таки был прав, считая квантовую теорию еще непонятой до конца. Он писал: «Своеобразие современной ситуации в квантовой механике состоит, по-моему, в том, что сомнениям подвергается не математический аппарат теории, а физическая интерпретация ее утверждений» [13]. До сих пор продолжают дискуссии о физической интерпретации квантовой механики. Обсуждается порядка десятка вариантов. Эйнштейн считал, что поскольку квантовая механика имеет вероятностный характер, то должен быть четко указан физический ансамбль, ответственный за ее вероятностный характер. Пока еще не достигнуто согласия о его природе.

На наш взгляд, самой большой ошибкой Эйнштейна следует считать иное – отказ от реляционных идей Э. Маха и Г. Лейбница, фактически послуживших «повивальной бабкой» при создании общей теории относительности. Сам Эйнштейн писал о роли идей Маха в его деятельности: «Что касается меня лично, то я должен сказать, что мне прямо или косвенно помогли работы Юма

и Маха. Я прошу читателя взять в руки работу Маха: «Механика. Историко-критический очерк ее развития» и прочесть рассуждения, содержащиеся в разделах 6 и 7 второй главы. <...> В этих разделах мастерски изложены мысли, которые до сих пор еще не стали общим достоянием физиков» [14, с. 28–29]. Известно также, что именно Эйнштейн возвел в ранг принципа Маха часть его реляционных идей, причем об этом он писал в своей работе «Принципиальное содержание общей теории относительности» 1919 года [15], когда эта теория уже была создана.

Однако вскоре Эйнштейн осознал, что созданная им теория принадлежит совершенно иной метафизической парадигме и противоречит реляционным идеям Маха. По этому поводу он писал: «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» (1940 г.) [16, с. 268].

Отметим, что в этом высказывании допущена неточность и противоречие с более ранним пониманием характера идей Маха. В работах 1916–1919 годов Эйнштейн отмечал принципиальное отличие идей Маха от принципов ньютоновой теории. И в этом был прав, поскольку теория Ньютона построена в рамках триалистической парадигмы, фактически опирающейся на три категории: пространство (-время), тела и поля переносчиков (силы), тогда как идеи Маха соответствовали дуалистической реляционной парадигме, опирающейся на два типа категорий – отношений (пространственно-временных и импульсных). А в последнем приведенном высказывании Эйнштейн отождествляет взгляды Маха с положениями ньютоновой теории.

Однако в высказывании Эйнштейна содержится еще одна неточность: говоря о том, что идеи Маха «не вяжутся с духом теории поля», видимо, он хотел сказать, что они не вяжутся с духом общей теории относительности, так как ОТО тоже не вяжется с духом теории поля. В ней нет традиционно понимаемого поля – вместо гравитационного поля выступают метрические свойства искривленного пространства-времени.

В самом начале статьи отмечалось, что Эйнштейн оказался «ключевым участником трех великих открытий». Сейчас уже отчетливо ясно, что все эти три великих открытия сделаны в рамках трех различных метафизических парадигм. Вклад в создание квантовой механики, за что ему была присуждена Нобелевская премия, означал важный вклад в формирование метафизической теоретико-полевой парадигмы, опирающейся на две физические категории: пространства-времени и поля (как частиц, так и переносчиков взаимодействий). Важный вклад в создание специальной теории относительности фактически означал развитие идей реляционной парадигмы, поскольку в этой теории ключевой характер имеет понятие интервала – отношения между

событиями. Именно это послужило причиной опоры на реляционные взгляды Маха при создании общей теории относительности. Ну а создание общей теории относительности, как уже отмечалось, ознаменовало формирование еще одной, третьей, – геометрической парадигмы.

Сейчас, уже в XXI веке, накопилось достаточно оснований утверждать, что для получения наиболее полных представлений о физической реальности необходимо уметь смотреть на нее с позиций трех принципиально различных метафизических парадигм [17]: 1) ныне доминирующей теоретико-полевой парадигмы, 2) геометрической парадигмы, основанной Клиффордом и Эйнштейном и 3) реляционной парадигмы, основные идеи которой заложены в трудах Г. Лейбница и Э. Маха. С позиций каждой из названных парадигм удастся увидеть нечто большее, чем в двух других. Это ситуацию можно уподобить известному факту, что для изготовления какой-либо детали необходимо представить ее чертеж в трех ортогональных проекциях.

Произведенный в наших работах анализ (см. [17–18]) показал, что последовательный взгляд на физическую реальность с позиций реляционного подхода позволяет под иным углом зрения взглянуть на суть ряда ключевых проблем современной фундаментальной физики, в том числе на природу гравитационных взаимодействий, на проблему квантования гравитации, на интерпретацию квантовой механики и на ряд вопросов современной космологии. Как нам представляется, если бы Эйнштейн продолжил следовать реляционным идеям Маха, он смог бы раскрыть тайну истинной интерпретации квантовой механики.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Эйнштейн А., Гроссман М.* Проект обобщенной теории относительности и теории тяготения // А. Эйнштейн. Собр. науч. трудов. Т. 1. М.: Наука, 1965. С. 227–266.
2. *Гильберт Д.* Основания физики // Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.: Мир, 1979. С. 133–145.
3. *Клиффорд В.* О пространственной теории материи // Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.: Мир, 1979. С. 36–37.
4. *Клиффорд В.* Здравый смысл точных наук // Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.: Мир, 1979. С. 38–49.
5. *Калуца Т.* К проблеме единства физики // Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.: Мир, 1979. С. 529–534.
6. Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.: Мир, 1979.
7. *Владимиров Ю.С.* Природа пространства-времени. Антология идей. Изд. 2-е. М.: ЛЕНАНД, 2019.
8. *Вернадский В.И.* Научное мировоззрение // На переломе (Философские дискуссии 20-х годов). М.: Политиздат, 1990.
9. *Мах Э.* Познание и заблуждение. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2003.
10. *Владимиров Ю.С.* Между физикой и метафизикой. Кн. 2: По пути Клиффорда–Эйнштейна. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. С. 70.
11. *Владимиров Ю.С.* Между физикой и метафизикой. Кн. 1: Диамату вопреки. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. С. 131–141.

12. Боданис Дэвид. Самая большая ошибка Эйнштейна. М.: Лаборатория знаний, 2017.
13. Эйнштейн А. Элементарные соображения по поводу основ квантовой механики // А. Эйнштейн. Собр. науч. трудов. Т. 3. М.: Наука, 1966. С. 617.
14. Эйнштейн А. Эрнст Мах // Собр. науч. трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967. С. 27–32.
15. Эйнштейн А. Принципиальное содержание общей теории относительности // Собр. науч. трудов. Т. 1. М.: Наука, 1965. С. 613–615.
16. Эйнштейн А. Автобиографические заметки // Собр. науч. трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967. С. 268.
17. Владимиров Ю.С. Метафизика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
18. Владимиров Ю.С. Реляционная концепция Лейбница-Маха. М.: ЛЕНАНД, 1917.
19. Владимиров Ю.С. От геометрофизики к метафизике. М.: ЛЕНАНД, 2019.

+TO THE 140th ANNIVERSARY OF ALBERT EINSTEIN BIRTHDAY

Yu.S. Vladimirov

*Faculty of Physics of Lomonosov State University,
Institute of Gravitation and Cosmology, RUDN University*

In connection with the 140th anniversary of the birth of Einstein, his contribution to the formation and development of three main metaphysical paradigms is discussed, within which fundamental theoretical physics developed in the twentieth century: the dominant field theory, geometry, and relational. Particular attention is paid to Einstein concern about the relational paradigm, the ideas of which played an important role in creating the general theory of relativity.

Keywords: special and general relativity, geometric paradigm, relational paradigm, interpretation of quantum mechanics.