

Заключение

Для популяризации идей и внедрения принципов УР большое значение имеют информационно-аналитические инструменты, дефицит которых остро ощущается в России. В этой связи простой и понятный количественный инструмент, каким стал Рейтинг УР городов РФ, открыл новый этап в исследовании российских муниципалитетов.

Результаты Рейтинга 2012 г. уже показали свою практическую значимость, когда использовались в качестве основы для проведения ряда прикладных исследований. В частности, Агентством в сотрудничестве с Магнитогорским государственным техническим университетом им. Г.И. Носова была выполнена исследовательская работа по оценке качества городской среды г. Магнитогорска⁶. В рамках исследования проблем моногородов в РФ подготовлен аналитический доклад, основные положения которого были представлены на III Российском Форуме по экологическим социально ответственным инвестициям⁷. В дальнейшем инструментарий Рейтинга может получить широкое распространение в прикладных исследованиях по обеспечению УР российских городов.

Ежегодное составление подобных рейтингов позволит отслеживать динамику развития конкретных городов. В рамках дальнейшей работы по совершенствованию Рейтинга предполагается привлечь широкий круг заинтересованных сторон экспертного сообщества, населения, органов власти и корпоративного сектора. С этой целью необходимо постоянное совершенствование методики составления рейтинга.

⁶ Аналитический доклад "Оценка качества состояния городской среды города Магнитогорска". www.agencysgm.com/regions/Магнитогорск. Аналитический доклад.pdf.

⁷ III Российский Форум по экологическим социально ответственным инвестициям. <http://www.sustainable-russia.org/forum/forum2014.html>

НЕЗАКОНЧЕННАЯ КНИГА

**К 100-летию общей
теории относительности**

**Доктор педагогических наук
Р. Н. ЩЕРБАКОВ
(Таллин, Эстония)**

*Наука не является и никогда не будет
являться законченной книгой.*

*Каждый важный успех
приносит новые вопросы.*

А. Эйнштейн

Альберт Эйнштейн в 22 года пришёл в науку с решением ряда задач термодинамики и молекулярной физики, а в 26 лет опубликовал работы о квантах света, броуновском движении и специальной теории относительности (СТО). Прошло десять нелёгких для него лет, и в 1915 г. он создал общую теорию относительности (ОТО), или релятивистскую теорию гравитации с выводами для космологии.

После появления теории гравитации минуло уже 100 лет, но знания школьников о тяготении и сегодня сводятся к усвоению двух фактов из учения Ньютона: материя сама по себе, а пространство и время сами по себе; и закон всемирного тяготения (сила притяжения тел пропорциональна их массам и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними). Природа же тяготения ещё неизвестна¹.

С этого момента Эйнштейн начнёт свои исследования. Исходя из обобщённого

¹ Ньютон И. Математические начала натуральной философии. М.: Наука, 1989.

принципа относительности и постоянства скорости света и отказавшись от абсолютизации пространства и времени, он введёт пространственно-временные изменения: относительность длины, времени, одновременности событий. В итоге создаст механику равномерного движения при скоростях, близких к скорости света.

Но наиболее мощным творением его теоретической мысли, радикально изменившим прежние представления о пространстве, времени и тяготении, а также открывшим совершенно новые пути теоретического и наблюдательного освоения Вселенной, станет, по признанию учёных-физиков и математиков, общая теория относительности или релятивистская теория гравитации.

Её разработку Эйнштейн начнёт в 1907 г. с попытки включения гравитации в специальную теорию относительности. В статье “О принципе относительности и его следствиях” ему для объединения гравитации со специальной теорией относительности удалось сделать три таких важных для будущей теории открытия, как принцип эквивалентности, гравитационное замедление времени и возможность распространить принцип относительности на системы с гравитацией.

В этой статье Эйнштейн сформулирует идеи новой теории: принцип эквивалентности и учёт геометрии Г. Минковского как четырёхмерного неевклидова многообразия. После долгого перерыва, на рубеже 1912–1913 гг., он придёт к целесообразности применения теперь уже геометрии Римана, а в 1915 г. к тому решающему синтезу, что позволит ему получить уравнения гравитационного поля и в конечном итоге – создать общую теорию относительности.

Отчётливо осознавая, что “закон тяготения Ньютона означает лишь первый шаг



в познании явлений гравитации”, Эйнштейн ставит перед собой задачу “усовершенствовать теорию тяготения, чтобы она охватывала и быстро протекающие процессы и распространение гравитационных воздействий в пространстве и времени”². В теории он уделит им главное внимание. Начав с включения гравитации в рамки СТО, он в итоге приходит к её геометризации.

Свою теорию Эйнштейн основывает на принципе эквивалентности, на убеждении, “что пропорциональность инертной и тяжёлой масс является точным законом природы, который должен находить своё отражение уже в самих основах теоретической физики”, а также концепции четырёхмерного мира (три координаты пространства и одна координата времени) Г. Минковского, без которой ОТО, “быть может, оставалась бы в зачаточном состоянии”³.

Действительно, в зависимости от обстоятельств такое качество тела, как его масса, проявляет себя как “инерция”, или как “тяжесть”, иными словами $m_{ин} = m_{гр}$, что ранее неоднократно подтверждалось на опытах. Это позволило Эйнштейну заменить однородное поле тяжести равномерно ускоренной системой отсчёта. И потому полученные им уравнения гравитационного поля имеют одинаковую (ковариантную) форму для широкого класса возможных систем отсчёта.

Однако потом в получении учёным существенных результатов наступает более чем трёхлетнее молчание, обусловленное, во-первых, занимавшей его квантовой теорией, а во-вторых, не менее важными событиями повседневной жизни: рождением второго ребёнка,

² Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. I–IV. М.: Наука, 1965–1967. Т. I. С. 317.

³ Там же. Т. I. С. 227, 559.

частой сменой места работы, чтением лекций и налаживанием новых связей с учёными. Это не значило, что он не размышлял тогда над проблемами тяготения. Но вплотную он подошёл к ним только в середине 1911 г.

Лишь в 1912 г. Эйнштейн займётся поисками математического аппарата для получения законов, по которым материя искривляет пространство – время. Благодаря М. Гроссману он останавливает свой выбор на тензорном анализе. В письме к А. Зоммерфельду Эйнштейн напишет о своих переживаниях: “Никогда в жизни я так не мучился, и теперь мне внушает большое уважение математика, тонкости которой раньше я по своей ограниченности считал роскошью”⁴.

И всё же не сразу удалось ему обнаружить в расчётах ошибки и нестыковки, прежде чем он отыскал математику, соответствующую его замыслам. Кстати, то же самое уравнение получит и Д. Гильберт, обсуждавший с Эйнштейном его теорию. От неё Гильберт был в восторге: “Решительный подход Эйнштейна к постановке проблем, а также остроумные методы, предлагаемые им для их решения... открывают новые пути исследования оснований физики”⁵.

В ноябре 1915 г. Эйнштейн наконец выводит нужные уравнения гравитационного поля, а в декабре в одноимённой статье он отметит эффективность применённого им математического метода: “Каждую физическую теорию, совместимую с частной теорией относительности, можно при помощи абсолютного дифференциального исчисления включить в схему общей теории относительности...”⁶, демонстрируя таким образом действие принципа соответствия.

⁴ Зоммерфельд А. Пути познания в физике: Сб. статей. М.: Наука, 1973. С. 191.

⁵ Альберт Эйнштейн и теория гравитации: Сб. статей. М.: Мир, 1979. С. 133.

⁶ Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. I. С. 451.

Из новой теории следовало: вещество искривляет пространство – время, но и само движение вещества определяется геометрическими свойствами пространства – времени. Его геометрия, по образному выражению Дж. Уилера, “отныне не просто арена, где разыгрывается сражение материи и энергии. Геометрия сама принимает участие в этой битве. Геометрия предопределяет законы движения материи, а материя в свою очередь предписывает геометрии кривизну”⁷.

Как раз по этой причине теорию Эйнштейна, связывающую воедино пространство, время и тяготение, называют геометрической динамикой. Сама же гравитационная сила (а ей подчиняется и свободно падающий наблюдатель) возникает из-за наличия рассеянной в космосе материи и её энергии. Земля и Луна, удалённые планеты, звёзды, газовые туманности, квазары и галактики вносят свой вклад в гравитационное поле непосредственно во Вселенной.

Анализируя ход создания общей теории относительности, можно будет заметить изменение манеры работы Эйнштейна. Если вначале его статьи поражают красотой и интуицией, а также умеренным применением математического аппарата, то начиная с 1912 г. его работы основательно наполняются довольно сложными выкладками, которые, следует признать, никоим образом не исключают при этом глубокого анализа существа самих физических явлений и законов.

Из своей ОТО Эйнштейн предсказывает искривление пучка света вблизи тяготеющей массы (например, Солнца), изменение частоты света под действием поля тяготения (красное смещение), временную прецессию орбиты спутника около тяготеющей массы (Меркурия вблизи Солнца или движения в системе

⁷ Уилер Дж. А. Предвидение Эйнштейна. М.: Мир, 1970. С. 18.

двойных пульсаров). В 1919 г. искривление светового луча наблюдал А. Эддингтон, а в 1960 г. в ходе наблюдений было подтверждено красное гравитационное смещение.

Выводом из неё явилось и предсказание Эйнштейном в 1916 г. того факта, что в пустом пространстве могут распространяться волны кривизны, так называемые гравитационные волны. Они, подобно электромагнитным волнам, имеют ту же скорость распространения c , несут энергию и импульс. Гравитационные волны вызывают движение тел, лежащих на их пути, но реально ожидаемый эффект столь мал, что несмотря на все усилия учёных до сих пор он не наблюдался.

Причём тогда же Эйнштейн обратит внимание на возможность поиска квантового подхода к самой гравитации как таковой: “Атом, вследствие внутриатомного движения электронов, должен излучать не только электромагнитную, но и гравитационную энергию, хотя и в ничтожном количестве”. Поэтому, подчёркивает он, “нам кажется, что построение усовершенствованной квантовой теории должно повлечь за собой и видоизменение теории тяготения”⁸.

В 1936 г. М.П. Бронштейн предложит квантовую теорию слабого гравитационного поля. В статье “Квантование гравитационных волн”, опубликованной в “Журнале экспериментальной и теоретической физики”, гравитационное поле рассматривается им как своего рода квантово-механическая система, как “совокупность гравитационных квантов – частиц, аналогичных фотонам”⁹, то есть гравитонов. Со временем это направление будет развиваться и далее.

⁸ Эйнштейн А. *Собрание научных трудов. Т. I.* С. 522, 642.

⁹ Альберт Эйнштейн и теория гравитации. С. 442.

Применив общую теорию относительности к Вселенной в целом, Эйнштейн между тем в своей статье “Вопросы космологии и общая теория относительности” (1917 г.) выводит для неё своё обобщённое уравнение гравитационного поля. При этом он был убеждён, что строение мира должно быть максимально простым, а Вселенная – неизменной и статичной, однородной и изотропной. Мир в целом должен быть пространственно замкнутым и вечным во времени.

Однако в 1922 г. российский математик А.А. Фридман выводит и полностью решает космологические уравнения, из которых следовало, что Вселенная должна либо расширяться, либо сжиматься. Эйнштейн не сразу, но всё же признает правоту Фридмана: “Оказывается, что уравнения поля допускают наряду со статическим также и динамические (т.е. переменные относительно времени) центрально-симметричные решения для структуры пространства”¹⁰.

Помогли усилия Ю.А. Круткова по убеждению Эйнштейна в том, что его космологические уравнения допускают расширение либо сжатие Вселенной, и вот как раз на этом выводе доказательно настаивал Фридман. В конечном счёте Эйнштейн соглашается с его аргументами. Крутков же в письме к сестре с удовольствием напишет: “Победил Эйнштейна в споре о Фридмане. Честь Петрограда спасена!”¹¹. Таков был важный шаг в пользу науки России.

Но если уже в 1927 г. Дж. Леметр по сути своей повторил работу нашего Фридмана, то в 1929 г. Э. Хаббл, исходя из своих наблюдений, представил доказательства того, что лучевые скорости галактик возрастают с увеличением

¹⁰ Эйнштейн А. *Собрание научных трудов. Т. II.* С. 119.

¹¹ Пропп Э.А., Френкель В.Я., Чернин А.Д. Александр Александрович Фридман. М., 1988. С. 197.

расстояний до них. Из полученной им вполне убедительной зависимости следовало, что Вселенная расширяется: все расстояния между скоплениями галактик увеличиваются со временем.

Понимание этих выводов астрономами пришло к ним далеко не сразу. Поскольку трудность их восприятия была вызвана сложностью как теории Эйнштейна, разделением теоретиков и наблюдателей, так и необычностью выводов самой теории, утверждавшей, например, возможность замкнутости пространства или существование начала эволюции мира в прошлом. Астрономам-практикам психологически было трудно поверить в реальность таких утверждений, меняющих их общее представление о Вселенной.

Однако Вселенная за счёт одного тяготения оставаться устойчивой не может. Чтобы компенсировать его, Эйнштейн вводит в своё уравнение постоянную, обозначающую плотность энергии вакуума, выполняющую роль антитяготения и уравнивающую гравитационное сжатие. В 1945 г. учёный возвращается к космологической проблеме и сомнениям относительно необходимости универсальной постоянной – “космологической постоянной”¹².

По мере знакомства с релятивистскими и квантовыми идеями Эйнштейна, с его публикациями особенно по СТО и ОТО росла его известность в мире науки и, как и следовало ожидать, начали улучшаться условия его службы: Берн, Цюрих, Прага, а с 1914 г. и Берлин с его знаменитыми университетом и Прусской академией наук, где профессор Эйнштейн проведёт свои лучшие годы творческой деятельности вплоть до изгнания его в 1933 г. фашистским режимом.

Вместе с тем, уже с 1910 г. начинают поступать предложения о присуждении Эйнштейну Нобелевской премии за его

выдающийся вклад в науку. Причём с каждым годом число таких предложений неумолимо растёт. И лишь в 1922 г. она была присуждена ему за 1921 г. “за заслуги в области теоретической физики и, в особенности, за открытие закона фотоэлектрического эффекта”. Однако по целому ряду субъективных причин о теории относительности – ни слова.

Подводя итог вкладу Эйнштейна в развитие науки о гравитации, отметим: сопоставляя закон всемирного тяготения Ньютона с теорией гравитации Эйнштейна, следует подчеркнуть, у Ньютона силы мгновенно действуют на тела, а между самими телами ничего не происходит, но у Эйнштейна не так важна сила, действующая на тела, сколько то, что происходит между телами, то есть гравитационное поле, которое распространяется во Вселенной со скоростью света.

Заслуга Эйнштейна как учёного состояла и в том, что именно он сформулировал законы, управляющие гравитационным полем; именно из его уравнений поля выводится закон движения тел – уравнение движения, устанавливающие, как эти тела движутся. Иными словами, движение тел, причём независимо от величины их массы (планет, звёзд, галактик), вытекает из закона, управляющего полем, которое и определяет геометрию пространства–времени Вселенной.

В 1933 г. Эйнштейн подведёт итог своим эмоциям при создании им ОТО: “В свете уже достигнутых результатов счастливо найденное кажется почти само собой разумеющимся, и любой толковый студент усваивает теорию без большого труда. Позади остались долгие годы поисков в темноте, полных предчувствий, напряжённое ожидание, чередование надежд и изнеможения и, наконец, прорыв к ясности. Но это поймёт только тот, кто пережил всё сам”¹³.

¹² Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. II. С. 599.

¹³ Там же. С. 406.

Начиная с момента своего рождения и её восприятия, общая теория относительности (ОТО) становится основой и первых единых теорий электромагнитных и гравитационных полей в работах прежде всего Д. Гильберта (1915 г.) и Г. Вейля (1919 г.). С этого момента ОТО для целого ряда физиков разных стран станет ядром программы единых геометризованных теорий поля, причём Эйнштейн в этой роли и в этой области долгое время оставался ведущим учёным.

Первую свою статью по единой теории поля он опубликовал в 1922 г. Она свидетельствовала о попытке внести в новую уже созданную им геометрию мира не только саму гравитацию, но и электромагнетизм. Созданию единой теории поля Эйнштейн посвятит всю оставшуюся жизнь, особенно в период работы в Институте высших исследований в Принстоне (США), куда он переехал в 1933 г. после того, как испытал на себе все “прелести” прихода к власти фашизма в Германии.

Эйнштейн напомнит об этом в “Автобиографических набросках”. В них он подчеркнёт, что после создания им теории гравитации оставшиеся годы “исключительно были посвящены усилиям вывести путём обобщения из теории гравитационного поля единую теорию поля, которая могла бы образовать основу для всей физики”¹⁴. Однако математические трудности, и не только они, не позволяли ему понять до конца, насколько очередной подход продуктивен.

На основе ОТО, то есть релятивистской теории гравитации и квантовой механики, наукой решаются многие проблемы космологии и физики элементарных частиц, связанные со свойствами пространства – времени, “красным” смещением в спектрах, волнами

гравитации и гравитонами, с тёмной материей и энергией, с гравитационными линзами, чёрными дырами и т.д. Заслуга Эйнштейна и его общей теории относительности в этом значительна.

В год её создания К. Шварцшильд получил точное решение уравнений для гравитационного поля сферически-симметричного невращающегося тела. Для сферы Шварцшильда был обозначен горизонт событий для чёрной дыры (термин введён Уилером). Правда, в чёрные дыры не верил Эддингтон, не верил и сам Эйнштейн, не верили вначале и Уилер, и его знаменитый ученик Р. Фейнман, хотя сама теория чёрных дыр продолжала успешно развиваться.

Таким образом, на место абсолютного пространства пришло гравитационное поле, излучаемое ускоренно движущимися телами. Оно “отрывается” от них и распространяется со скоростью света в виде поперечных гравитационных волн. Но поскольку гравитация – суть искривление пространства, то волны гравитационные – это волны его кривизны, изменения геометрии пространства – времени. Эти волны сохраняют свойства гравитации – её слабость и вездесущность.

Ввиду своей слабости и довольно больших помех они пока ещё не фиксируются гравитационными антеннами. Энергия этих волн будет достаточной для улавливания, если их источниками станут взрывы сверхновых звёзд, слияния релятивистских двойных или катастрофы при образовании чёрных дыр. Серьёзных результатов всё ещё нет, ибо для их получения нужна сверхчувствительная аппаратура. И, тем не менее, исследования учёных в этом направлении продолжают.

Итак, открытия Эйнштейна были вызваны “его стремлением к глубокому физическому осмыслению формально-математических структур и операций, не имеющих аналога в классической физике; его приверженностью к фун-

¹⁴ Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. IV. С. 355.

даментальным принципам физического знания... ясным пониманием необходимости согласования теории с экспериментом как в её основаниях, так и во всех её конкретных следствиях, допускающих эмпирическую проверку”¹⁵.

Через три месяца после смерти А. Эйнштейна в Берне в 1955 г. состоялась первая Международная конференция по общей теории относительности и гравитации. Со временем их будет проведено более десятка (одна из них – в СССР, в Тбилиси в 1968 г.). Все они несли на себе отсвет научных открытий Эйнштейна. Большинство классиков считали и по сей день считают своим моральным долгом выразить восхищение его творчеством. Вот лишь отдельные примеры:

◇ М. Борн: “Основы общей теории относительности представлялись мне тогда и представляются до сих пор величайшим творением человеческой мысли, удивительным сочетанием философской пронизательности, физической интуиции и математического мастерства. Но её связь с опытом была слабой. Она представлялась мне произведением искусства, которым можно было наслаждаться и восхищаться на расстоянии”.

◇ Я.Б. Зельдович: “Судьба ОТО истине драматична. Грандиозная по своему замыслу, необычайно единая и стройная, поразительный продукт индивидуального творчества гения, эта теория до последнего времени с трудом находила себе область применения к реально наблюдаемым явлениям. Это вопиющее противоречие между вкладом ОТО в гигантскую ломку физического мировоззрения XIX в. и повседневной практической значимостью ОТО предопределило личную драму последних 30 лет жизни Альберта Эйнштейна”.

◇ К. Торн: “Нет сомнения, что именно комбинация физической интуиции и математической культуры, которой из всех физиков, занимавшихся теорией гравитации в 1912–1915 гг., обладал только Эйнштейн, привела его к открытию релятивистских законов гравитации. Он сделал это, ибо одной математики было недостаточно, было необходимо гениальное предвидение Эйнштейна”.

Для науки важно и то, что теория относительности и квантовая механика создали благоприятные условия для развития астрономии, обеспечив её эффективным теоретическим аппаратом и новейшей техникой наблюдений. Подобно небесной механике и астрофизике, космология, изучающая Вселенную, опирается на механику Ньютона и релятивистскую теорию тяготения Эйнштейна. ОТО стала основой крупных открытий в космологии.

В конце XX в. было выяснено, что динамикой наблюдаемой Вселенной управляет не тяготение, а совсем иная сила – космическое отталкивание, или антитяготение. Оно действует на разбегающиеся галактики и стремится ещё более отдалить их друг от друга; из-за этого расширение Вселенной происходит с ускорением. Таким образом, современная наука вернулась к предсказанию А. Эйнштейна – к космологической постоянной и определению её числового значения.

Тогда же наука показала, что та область пространства – времени, где его кривизна достигает максимума – те же чёрные дыры и начало образования Вселенной, при попытке описать её в рамках общей теории относительности приливные силы гравитации и кривизна пространства – времени становятся в этой точке бесконечно большими. Иными словами, в подобных ситуациях законы ОТО действительно нарушаются, и вступают в действие законы квантовой гравитации.

¹⁵ Визгин В.П. *Релятивистская теория тяготения*. М.: Наука, 1981. С. 291.

А в 70-е гг. зародилась теория струн, претендующая на описание всех известных видов взаимодействия, гравитационного в том числе, тем самым избавляя нас не только от вражды между ОТО и квантовой механикой, но и органично объединяя их усилия в понимании мира в чрезвычайно малых масштабах. Кстати, один из важнейших выводов теории струн – ещё одно теоретическое подтверждение возможного существования частиц гравитационного поля – гравитонов.

По мнению современных учёных, теория струн даёт нам квантово-механическое описание гравитации, требующее пересмотра ОТО на длинах порядка планковской. В основе общей теории относительности лежит понятие римановой геометрии, и само это понятие должно быть модифицировано для соответствия новой физике, возникающей на малых расстояниях в теории струн. На этих расстояниях должна вступать в игру уже новая геометрия.

Много занимаясь поисками решений сложнейших проблем теории относительности, Эйнштейн на себе ощутил необычную новизну идей, с которой придётся столкнуться как его коллегам, так и учащейся молодёжи и широким массам. Поэтому уже в процессе недолгого преподавания в Цюрихе, Праге и Берлине, в выступлениях в посещаемых странах и в подготовке популярных статей он старался применять собственный талант педагога и популяризатора¹⁶.

Опираясь на собственное понимание, что “чем более тонкой и специализированной становится наука, тем сильнее чувствуется необходимость постичь её существенные черты наглядно и легко, без технического аппарата”¹⁷, Эйнштейн на примере своей теории демонстрирует

возможность доступно писать о труднейших вопросах современной физики. “О специальной и общей теории относительности (общедоступное изложение)” – тому свидетельство.

В этой работе Эйнштейн ставит важную по своей сути задачу “дать, возможно, точное представление о теории относительности читателям, интересующимся этой теорией с общенаучной, философской точки зрения”, имеющим лишь общую подготовку, терпение и силу воли. Он приложил усилия, “чтобы достигнуть по возможности более ясного и простого изложения основных мыслей в той последовательности и связи, в какой они фактически возникли”¹⁸.

Ибо само общество нуждалось в усилиях Эйнштейна–создателя и просветителя. Мимо его взглядов на науку и научное познание, на роль науки в жизни цивилизации не могли пройти как учёные-естественники, так и представители гуманитарного знания – философы, психологи и педагоги, равно как и деятели литературы и искусства. Эйнштейна боготворили, его идеи стремились понять, у него учились искусству ставить цели и постигать тайны бытия.

По словам Дж. Холтона, по этой причине Эйнштейн последние десятилетия жизни “выступает не только как выдающийся учёный, но и как популяризатор, педагог и философ-учёный, следуя традициям Анри Пуанкаре, Эрнста Маха и других предшественников предыдущего поколения. Совершенно очевидно, к этой роли просветителя он относился весьма серьёзно и пытался сделать всё возможное, чтобы писать ясно и понятно для неспециалиста”¹⁹.

В России, а затем и в СССР теория относительности Эйнштейна была вос-

¹⁶ Щербаков Р.Н. Неотразимо привлекательный учитель // Педагогика. 2004. № 8.

¹⁷ Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. IV. С. 194.

¹⁸ Там же. Т. I. С. 530.

¹⁹ Холтон Дж. Тематический анализ науки. М.: Прогресс, 1981. С. 121.

принята положительно П.Н. Лебедевым, Н.А. Умовым и О.Д. Хвольсоном. В 20-е гг. благодаря усилиям В.К. Фредерикса, В.Р. Баумгарта и Ю.А. Круткова теория вошла в обиход молодых физиков. Через работы Л.Д. Ландау, М.П. Бронштейна, И.Е. Тамма, И.М. Франка и особенно В.А. Фока теория относительности стала рассматриваться как фундаментальное завоевание науки.

В вузах Ленинграда и Москвы читаются специальные курсы по теории относительности, появляются первые учебники и прежде всего «Теория относительности» (1923 г.) Я.И. Френкеля и «Основы теории относительности» (1924 г.) В.К. Фредерикса и А.А. Фридмана. С 60-х гг. в стране издаётся научная, учебная и популярная литература, посвящённая творчеству Эйнштейна, в первую очередь его 4-томное «Собрание научных трудов» и «Эйнштейновские сборники».

За десятилетия в стране сформировалась мощная группа учёных, продолживших разработку отдельных положений теории Эйнштейна и её применения в космологии. В.А. Фок, А.З. Петров, Д.Д. Иваненко, А.Л. Зельманов и Я.Б. Зельдович с его научной школой (в частности с И.Д. Новиковым), одной из лучших в мире, по определению К. Торна, а её создатель «на протяжении 1970–1980-х гг. оставался наиболее влиятельным астрофизиком в мире».

Не всё было гладко в творчестве Эйнштейна: оно не раз и порой надолго прерывалось целым букетом болезней, весьма непростыми семейными обстоятельствами и его общественной деятельностью, вызванной не всегда приятными событиями, хотя бы «релятивистской шумихой». По воспоминаниям А. Зоммерфельда, «от этого Эйнштейн тяжело страдал. Он не был создан, чтобы сделаться газетной знаменитостью; всякое тщеславие было ему чуждо»²⁰.

Опубликовав в 1924 г. три работы по квантовой статистической механике, Эйнштейн в 45 лет закончил свою успешную деятельность. Его статьи по единой теории поля оказались уже бесплодными. К тому же, и в самой физике развитие шло не так, как предполагал он ранее. Классический детерминизм, который он предпочитал, оказался лежащим в руинах. Собственные же его попытки найти единую геометрическую теорию природных сил ни к чему не привели.

Объяснялось это тем, что, преобразуя физику, Эйнштейн умом и сердцем оставался приверженцем детерминизма. Этим он напоминает Э. Шрёдингера. Но если творчество первого было лишь двухлетней «яркой вспышкой гения»²¹, то Эйнштейна – 20-летним «ярчайшим горением». Оба они занимались ОТО и оба с недоверием относились к вероятностной трактовке событий, отдавая предпочтение волновой форме материи, оставаясь при этом натурфилософами.

Спустя 40 лет после появления ОТО Альберта Эйнштейна не стало. Но его теория жива, она, сохранив свои позиции в макроскопической науке, способствовала дальнейшему развитию теоретической физики и космологии. В 2015 г. исполняется 60 лет после смерти (1955 г.) величайшего учёного XX в., но интерес к его творчеству не иссякает и сегодня, а число публикаций, посвящённых ему, продолжает расти.

В этом факте нет ничего удивительного, ибо книги о нём, как о всяком гении, посвятившем свою жизнь познанию бытия и духа, имеют власть над духовным развитием молодёжи, которая стремится определить свое место в мире, и не важно, в каком времени она живёт.

²⁰ Зоммерфельд А. Пути познания в физике. С. 182.

²¹ Щербаков Р.Н. Эрвин Шрёдингер: яркая вспышка гения // Природа. 2012. № 6.